La estela de Félix Candela

Cascarones de concreto armado en México y el mundo

Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes (editor)

La estela de Félix Candela

Catalogación en la publicación UNAM.
Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información.

Nombre: Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, editor.
Título: La estela de Félix Candela . Cascarones de concreto armado en México y el mundo / Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, editor.
Descripción: Primera edición.
| Ciudad de México : Bonilla Distribución y Edición:
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Arquitectura, 2021.
Identificadores: LIBRUNAM 2105979
| ISBN 9786078781447 (Bonilla Artigas Editores)
| ISBN 9786073045735 (UNAM).
Temas: Candela, Félix, 1910-1997 -- Influencia.
| Concreto armado -- Construcciones. | Arquitectura -- México -- Siglo XX.
| Arquitectura moderna.
Clasificación: LCC NA759.C3.C844 2021 | DDC 720.92—dc23

La estela de Félix Candela
Cascarones de concreto armado en México y el mundo

Primera edición: noviembre de 2021

De la presente edición:
D.R. © A cada autor por su texto

D.R. © Bonilla Distribución y Edición, S.A. de C.V.
Hermenegildo Galeana 111
Barrio del Niño Jesús, Tlalpan, 14080, CDMX, México
editorial@bonillaartigaseditores.com.mx
www.bonillaartigaseditores.com

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Av. Universidad 3000, Ciudad Universitaria,
Coyoacán, 04510, Ciudad de México

ISBN 978-607-8781-44-7 (Bonilla Artigas Editores)
ISBN 978-607-30-4573-5 (UNAM)

Cuidado de la edición: Bonilla Artigas Editores
Diseño editorial y de portada: D.C.G. Jocelyn G. Medina

Impreso y hecho en México / Printed in Mexico

Proyecto PAPIIT: IN-405218. "Cascarones de concreto armado en México y el mundo: pasado, presente, futuro". DGAPA-UNAM

La estela de Félix Candela

Cascarones de concreto armado en México y el mundo

Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes
editor

creative commons

BONILLA ARTIGAS EDITORES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU

FACULTAD ARQUITECTURA

Contenido

8 Presentación
Marcos Mazari Hiriart | Director de la Facultad de Arquitectura de la unam

10 Candela, aglutinador universal
Juan Miró | University of Texas at Austin, ee. uu.

14 Introducción. La estela de Félix Candela
Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes | ciaup-fa unam

En México…

26 Félix Candela y la divulgación de los cascarones de concreto
Valeria Méndez Pineda | fa-unam

36 Otros constructores de cascarones del exilio español: Ovidio Botella y Óscar Coll
José Manuel Rosales Mendoza | Universidad Autónoma de Coahuila

46 Cubiertas Ala del Norte. La evanescente estela de Félix Candela en Monterrey
Víctor Cavazos Pérez | Universidad Autónoma de Nuevo León

60 Alejandro Zohn en Guadalajara
Jesús Rábago | Universidad de Guadalajara

72 Cascarones en dos templos de Jorge Molina Montes
Ivan San Martín | fa-unam

84 Geometría sagrada: templos de Alberto González Pozo y Juan Antonio Tonda en Coyoacán
Juan Ignacio del Cueto y Eduardo Alarcón | fa-unam

…y el mundo

98 En la cresta de la ola. Panorama de la difusión internacional de Félix Candela en revistas de arquitectura
Vanessa Nagel | fa-unam

112 La relación de Félix Candela con los Estados Unidos
Ángela Giral | Columbia University, ee. uu.

124 O'Neil Ford en México y Félix Candela en Texas: conexiones cruzadas y colaboraciones, 1955-1968
Edward R. Burian | University of Texas at San Antonio, ee. uu.

136 Un diálogo sobre paraboloides hiperbólicos: Jack Christiansen y la influencia de Félix Candela
Tyler Sprague | University of Washington, ee. uu.

146 Mauricio Castillo Contoux y Cubiertas Ala de Guatemala
Sandra Castillo, Germán Meléndez y Daniel Pozuelos | Universidad de San Carlos, Guatemala

156 La estela de Félix Candela en Venezuela: etapas, protagonistas y obras
Francisco Mustieles, Astrid Petzold, Carmela Gilarranz y Edwin González | Universidad de Zulia, Venezuela; Universidad Iberoamericana Puebla; Universidad de Las Américas Puebla

170 Cubiertas Ala Argentina s.r.l. La estela de Félix Candela en Córdoba
Gonzalo Fuzs | Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

184 La estela de Félix Candela en Colombia
Jorge Galindo Díaz | Universidad Nacional de Colombia

194 Cascarones de concreto en el Ecuador
Mauricio Luzuriaga, Ana María Carrión, Álvaro Valladares | Universidad de San Francisco de Quito, Ecuador

208 Los cascarones de concreto de Félix Candela en Cuba
Maria E. Moreyra Garlock | Princeton University, ee. uu.

218 Paraboloides hiperbólicos en la arquitectura moderna dominicana
Alex Martínez Suárez | DoCoMoMo República Dominicana

228 Félix Candela y su contribución a la arquitectura industrial y de mercados cubiertos en la Gran Bretaña
Marisela Mendoza | Nottingham Trent University, Gran Bretaña

242 Ulrich Müther: "el virtuoso del cascarón". Explorando el Archivo Müther
Matthias Ludwig | Wismar Hochschule, Alemania

250 Regreso de Candela a España: Nuestra Señora de Guadalupe en Madrid
Elisa Drago Quaglia | fa-unam

264 Cascarones a la estela de Candela en España
Luis-Alfonso Basterra | Universidad de Valladolid, España

272 Láminas y mallas transatlánticas. La herencia de Félix Candela en España
Rafael García García | etsam-upm, España

284 La obra póstuma de Candela: el restaurante de L'Oceanogràfic en Valencia
Carlos Lázaro | Universitat Politècnica de València, España

294 Semblanzas de los autores

Presentación

Marcos Mazari Hiriart
Director de la Facultad de Arquitectura | UNAM

Félix Candela es sinónimo de tecnología y diseño. La vida y obra de este diseñador estructural ha sido analizada bajo la lente de investigación del doctor Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, desde hace treinta años, como estudio de caso.

En la última década, el doctor del Cueto, investigador titular del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP) de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (FA), ha contado con el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA-UNAM), a través de su Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), para formar grupos de trabajo y desarrollar diversos proyectos de investigación en los que Félix Candela ha sido un denominador común. Con la participación de colegas, becarios y prestadores de Servicio Social de la FA-UNAM, ha organizado una serie de actividades y encuentros académicos que han reunido a estudiosos de varias universidades nacionales y extranjeras para arrojar nuevas luces sobre una tecnología constructiva que dejó huella en la producción arquitectónica de la segunda mitad del siglo XX.

Gracias a su labor de divulgador y defensor de los cascarones como legado patrimonial de una época, el doctor del Cueto ha relanzado la figura de Félix Candela en los ámbitos de la Historia de la Arquitectura y de la Historia de la Construcción a través de exposiciones con itinerancia internacional, ponencias en congresos, conferencias magistrales en varios países, visitas técnicas y sendas publicaciones especializadas. A este último rubro pertenece este trabajo, en el que todos los colaboradores han participado en eventos académicos organizados entre 2010 y 2019 con investigaciones sobre la influencia –"la estela"– de Candela en varios países, a saber: Argentina, Colombia, Cuba, Ecuador, Guatemala, República Dominicana, Venezuela, Estados Unidos, España, Gran Bretaña, Alemania y –claro– México. Así, intervienen en el libro representantes de una veintena de universidades tanto mexicanas (UNAM, de Guadalajara, de las Américas Puebla, y Autónomas de Nuevo León y Coahuila) como latinoamericanas (San Carlos, Guatemala; San Francisco de Quito, Ecuador; Nacional de Córdoba, Argentina; Nacional de Colombia; Iberoamericana UNIBE, República Dominicana, y del Zulia, Venezuela), estadounidenses (Prin-

ceton, Columbia, Washington en Seattle, y Texas en Austin y San Antonio), y europeas (Politécnica de Madrid y de Valladolid, España; Nottingham Trent, Inglaterra, y Wismar Hochschule, Alemania).

Félix Candela fue profesor de la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM (hoy Facultad) durante sus años más prolíficos, entre 1953 y 1971. Dejó una profunda huella en varias generaciones de arquitectos mexicanos, aunque fueron pocos los que siguieron su estela, como Fernando López Carmona, Juan Antonio Tonda, Alberto González Pozo, Carlos González Lobo y José Luis Rincón, queridos profesores de nuestra institución que, salvo el caso de los dos primeros que –tristemente– han fallecido, siguen impartiendo cátedra (incluso a distancia, en estos tiempos de pandemia en que se escriben estas letras).

En 1971, Candela decidió aceptar una invitación de la Universidad de Illinois en Chicago para sumarse a su cuerpo académico, y vivió en los Estados Unidos hasta 1997. Aquel año la UNAM había aceptado la propuesta de la FA para otorgarle el doctorado Honoris Causa, pero le sorprendió la muerte, por lo que la iniciativa se malogró.

Aquí se comparten –gracias a la colaboración de dos docenas de especialistas de diferentes países– cascarones construidos por arquitectos e ingenieros de distintas latitudes, bajo la influencia de Félix Candela: diseñador estructural nacido en Madrid en 1910 y exiliado en México en 1939, donde realizó las estructuras laminares de concreto armado, mejor conocidas como "cascarones", que le dieron proyección mundial en las décadas de 1950 y 1960.

Este libro amplía y actualiza el reconocimiento al arquitecto hispanomexicano, así como la reflexión en torno a la influencia que ejerció con su obra –tanto escrita como construida– en México, Latinoamérica, Estados Unidos y Europa.

Ciudad de México, julio de 2020.

Candela, aglutinador universal

Juan Miró

Si Félix Candela estuviera todavía entre nosotros, la humildad que lo caracterizaba probablemente le hubiera llevado a observar con gran sorpresa que, 23 años después de su muerte, su obra se ha convertido en un aglutinador que conecta cada vez más arquitectos e investigadores de todo el mundo. Como demuestra el libro que tiene el lector en sus manos, Candela y su prodigioso trabajo han sido la chispa que ha encendido numerosas amistades y colaboraciones académicas. Yo soy un ejemplo.

En el verano de 1998, rastreando la estela de Candela poco después de su muerte, llegué hasta Los Manantiales, en Xochimilco. El encargado del restaurante al verme entrar y después de ser testigo de esa cara de satisfacción y asombro boquiabierto que se nos pone a los arquitectos cuando levantamos la mirada y admiramos por primera vez un espacio que hemos estudiado previamente, me preguntó si por casualidad conocía a Juan Ignacio del Cueto. Me comentó que era otro arquitecto que había visitado Los Manantiales recientemente y que, como yo, parecía por alguna razón muy interesado en ese bonito cascarón, ya bastante destartalado y venido a menos, que él regentaba. Le dije que no, pero agradecido guarde el papelito donde apuntó el número de teléfono que aquel colega le había dejado.

Unas semanas después, ya de regreso en Austin, hice lo que hacíamos para comunicarnos antes de la invención del correo electrónico: llamé por teléfono al tal Juan Ignacio. No tenía ningún asunto concreto a tratar, solo sabía con certeza que al otro lado de la línea iba a encontrar a alguien que admiraba la obra de Candela. Congeniamos inmediatamente y descubrimos que la admiración se extendía no solo a la obra de Candela sino también a su persona, ya que ambos tuvimos la suerte de conocerlo en vida. A partir de entonces, Juan Ignacio pasó a ser "Dino", pues me dijo que así le llamaba todo el mundo desde que era niño, por el personaje de Los Picapiedra.

Candela fue el vínculo inicial de una larga amistad y múltiples colaboraciones académicas. El vínculo aún sigue vigente y la invitación por parte de Dino a escribir el prólogo de este libro, *La estela de Félix Candela. Cascarones de concreto armado en México y el mundo*, es todo un honor porque he sido testigo de su incansable labor a lo largo de los últimos 22 años por difundir la importancia de la figura del genial arquitecto mexicano-español.

Aunque no sea el único que ha concentrado su carrera académica a estudiar la vida y obra de Candela, Dino es sin duda el que ha tenido más impacto. Su última aportación es la edición de esta extraordinaria recopilación de textos que analizan los cascarones de hormigón armado construidos por el mundo siguiendo la estela de Candela. Para él, es la culminación de muchos años compartiendo, congeniando, forjando amistades y colaboraciones a diestro y siniestro, con la misma perseverancia, generosidad y honestidad que acompañó a Candela.

Raramente el impacto de un solo creador genera una línea de investigación académica definida. A veces hay gigantes en algunas disciplinas, como Shakespeare en literatura o Freud en psicología, que han establecido subdisciplinas en torno a su trabajo y sus estelas. Creo que Dino y los colegas que contribuyen en este libro han creado, en torno al estudio de Candela y la difusión mundial de la construcción de cascarones, una subdisciplina que podríamos llamar "Cascaronología". No me cabe duda que otros volúmenes seguirán, a medida que éstos, y otros investigadores-detectives, sigan indagando la onda expansiva que generó la irrupción de los cascarones de Candela y que se propagó por todo el mundo. No en vano quedan todavía muchos cascarones por descubrir y estudiar, pero los presentados en este libro creo que van a tener un impacto inmediato en el estudio de la arquitectura moderna del siglo xx.

La publicación de *La estela de Félix Candela* hace evidente la existencia de un "estilo internacional" paralelo al funcionalismo miesiano que se difundió desde la perspectiva anglosajona. Con México como epicentro, y respondiendo sobre todo a las circunstancias de países en vías de desarrollo de Latinoamérica, Candela difundió con los cascarones el lenguaje de una modernidad diferente. Basada también en la eficiencia económica, rigor estructural y la innovación tecnológica, los resultados no podrían ser más dispares. La exuberancia formal y las variaciones infinitas de los paraboloides hiperbólicos son lo opuesto de las cajas de vidrio reduccionistas que se convirtieron en el lenguaje dominante de la arquitectura moderna.

La difusión de este nuevo lenguaje arquitectónico tuvo así mismo un origen y una trayectoria muy diferente al de la difusión del "International Style", que fue concebido por las elites intelectuales de Europa y Estados Unidos

y promovido a través de instituciones como el MOMA de Nueva York o la GSD de Harvard. Mesías de la arquitectura moderna como Mies van der Rohe y Walter Gropius, emigraron a Estados Unidos con reconocido prestigio y convicciones ya formadas y contaron con apoyo institucional para multiplicar el impacto de sus ideas.

Candela apenas había completado sus estudios en la Escuela de Arquitectura de Madrid cuando estalló la Guerra Civil en España. Y, aunque México recibió al exilio español con los brazos abiertos, Candela tuvo que empezar de cero. No traía prestigio profesional, pero sí la excelente educación de una escuela conocida por hacer del rigor técnico y constructivo, pieza fundamental en la formación de arquitectos. Candela se reinventó como constructor y, guiado por la necesidad y completamente al margen de doctrinas teóricas, creó un lenguaje arquitectónico moderno nuevo, como por arte de magia. Era un lenguaje puro y autorreferencial y por lo tanto podía adaptarse fácilmente a cualquier lugar.

Candela fue un auténtico pionero que consiguió además que el mundo anglosajón, muy dado a mirarse al ombligo, reconociera que de México estaba saliendo trabajo antes nunca visto, del cual podían aprender; e invitaron al genio a la palestra. Candela era un colaborador nato, reacio a ser el centro de atención, pero aceptó a regañadientes, dado que su vocación de educador le llevaba a disfrutar explicando sus "secretos". Lo hizo abriendo sucursales de su empresa Cubiertas Ala, participando como consultor en numerosos proyectos, publicando ensayos e impartiendo conferencias por todo el mundo. Con claridad y sencillez compartió sus trucos y perdió el miedo a crear formas atrevidas que poco antes parecían solo un milagro inalcanzable. "Es muy fácil…" decía, como suelen empezar los cocineros al explicar sus recetas.

Gracias a libros como este, estamos aprendiendo que, aunque Candela fácilmente se puede malinterpretar como el creador heroico y ensimismado en su genio, él mismo participó activamente en compartir y propagar el lenguaje de los cascarones que lo hicieron famoso. Más que con Bill Gates vendiendo licencias de su sistema operativo Windows y peleando contra la piratería, Candela probablemente se identificaría hoy en día con el fundador de Wikipedia, cómodo en su anonimato y satisfecho de facilitar gratis la producción y distribución comunitaria de conocimiento.

Conocí a Félix Candela en Madrid en los años ochenta, cuando yo estudiaba arquitectura en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, la misma escuela donde se había titulado Félix 50 años antes. Tengo recuerdos variopintos de esa época: su colaboración con mi padre Antonio Miró y Fernando Higueras, en 1987, en un proyecto de hotel en Cancún en el que yo también participé; una cena fantástica a tres bandas con él y Santiago Calatrava; una reunión para decidir cómo añadir un armario en una buhardilla de la calle Mayor, que él alquilaba a mi hermana. Lo que recuerdo sobre todo es un hombre tranquilo, con un hablar claro y preciso, que transmitía modestia y discreción. Siempre le agradeceré dos cosas: que haya inspirado en mi carrera profesional un continuo interés por las estructuras y que me escribiera una carta de recomendación (¡a mano!) para la beca Fulbright que me trajo a Estados Unidos en 1989.

Desde Estados Unidos he mantenido una profunda relación profesional y académica con México, país que admiro y que visito regularmente desde hace más de 25 años. Como director de Studio México, en la Universidad de Texas, suelo viajar en febrero con mis estudiantes, y a menudo guiados por Dino, hemos podido visitar cascarones de Candela por toda

la república. Con él y otros colegas hemos organizado talleres con alumnos de nuestras escuelas para estudiar la figura de Candela: uno rehabilitando Los Manantiales y sus alrededores, en 2010, cuando se cumplía el centenario de su nacimiento, y otro imaginando un futuro para la Antigua Bolsa de Valores, en 2014.

La idea de este último taller surgió durante una visita que hicimos con Dino, en 2012, al edificio de la Antigua Bolsa. Admirando boquiabiertos su imponente sala de remates, cubierta con la primera bóveda de arista construida con cascarones de concreto, se nos encendió la bombilla y vislumbramos un destino para el inmueble, hoy tristemente convertido en *call center*. "¿Por qué no crear aquí un museo dedicado a Félix Candela?", pensamos al unísono.

Ha pasado casi una década y la idea no ha perdido fuelle. Este edificio, firmado por los arquitectos Enrique de la Mora y Fernando López Carmona, situado en la calle Uruguay, del centro histórico de la Ciudad de México, muy cerca del Zócalo, sería la sede ideal para ubicar el Museo Félix Candela. El museo relanzaría ante el público general la obra de este constructor prodigioso y la de los arquitectos mexicanos con los que colaboró, y explicaría la trascendencia de los cascarones que marcaron una época con altas cotas de expresividad, y que puso a México en el punto de mira del mundo entero.

El museo albergaría la exposición de planos, fotografías, documentos y numerosas maquetas ya existentes de las obras de Candela que no tienen ahora mismo casa permanente. Además de museo, el edificio podría ser sede de un activo centro de investigación y repositorio de los archivos de Candela y otros de sus colegas y colaboradores que se encuentran ahora mismo, con poco espacio, en la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Así mismo, el centro podría dar cabida con el tiempo a los archivos de muchos de los seguidores de la estela de Candela incluidos en este libro.

El meticuloso esfuerzo de investigación desplegado por mis colegas ha sacado a la luz la necesidad de salvaguardar el singular patrimonio de cascarones desperdigados por todo el mundo. La creación de un centro dedicado al estudio de estructuras laminares y a la catalogación y conservación de estos magníficos edificios sería el mejor homenaje que le podríamos ofrecer al genial aglutinador que nos ha convocado en estas páginas.

Juan Miró Sardá
University of Texas at Austin
Austin, Texas, 23 de julio, 2020.

Introducción.
La estela de Félix Candela

Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes

Del latín *aestuaria*, "estela" es el rastro, la señal o huella que deja algo que pasa. Algunos diccionarios se refieren también a lo que deja constancia o una marca visible de lo que sucede en una línea temporal, conceptual o material. Puede tratarse de un rastro en el agua, el aire u otro medio. O puede ser el influjo que producen soluciones atractivas en las artes o la arquitectura, y que otros han seguido.

La estela de Félix Candela inició con la propagación de sus propuestas a través del ámbito académico y del medio editorial. Su proyección internacional tuvo relación directa con su participación en congresos o como conferencista invitado en diversas partes del mundo, pero sobre todo por las publicaciones –libros, revistas o periódicos– que hicieron eco de sus obras e ideas. Sin embargo, fue en México donde tuvo una influencia más directa por la labor de diseñador estructural, calculista y constructor que ejercía desde su empresa, Cubiertas Ala, o desde su cátedra en la Escuela Nacional de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (ENA-UNAM, hoy Facultad) donde fue profesor durante casi veinte años, entre 1953 y 1971. En el taller que ahí lideró participaron estudiantes como José Luis Benlliure, Fernando López Carmona, Roque González Escamilla, Oscar Hagerman, Juan Benito Artigas, Enriqueta Serrano, Aída Salvadores, Aída Pérez, Adolfo del Cueto, Juan Urquiaga, Enrique Ortíz, Manuel Burgos y Julio García Coll, entre otros. Como muchos eran de ascendencia española (algunos llegados con el exilio republicano y otros nacidos en México en el seno de la antigua colonia), el taller de Candela era conocido como "La Península Ibérica".

Su obra, tanto construida como escrita, tuvo repercusión en varios países. Las estructuras laminares de concreto armado resistentes por forma, conocidas popularmente como "cascarones", que levantó en México en las décadas de 1950 y 1960, inspiraron a arquitectos e ingenieros de diversas latitudes que hicieron lo propio siguiendo su impronta. La premisa de esta publicación es que no aparezca ninguna obra que haya estado a cargo de Cubiertas Ala, la empresa de los hermanos Félix, Antonio y Julia Candela. Los ejemplos que se presentan fueron realizados bajo la influencia de su producción escrita o construida, y sólo en algunos casos contaron con su intervención como asesor estructural.

Este libro reúne las colaboraciones de una veintena de especialistas que han estudiado los cascarones de concreto armado en di-

ferentes países de América y Europa, donde puede identificarse el influjo de la obra y el pensamiento del arquitecto hispanomexicano, por lo que aparecen estructuras laminares construidas en México, Estados Unidos, Guatemala, Venezuela, Colombia, Ecuador, Argentina, República Dominicana, Cuba, Inglaterra, Alemania y España.

Las y los autores que colaboran en estas páginas estuvieron ligados a actividades académicas celebradas entre 2010 y 2019, como parte de sendos proyectos de investigación que fueron respaldados por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM (PAPIIT-DGAPA). Dichos proyectos fueron "Arquitectura y exilio: Félix Candela en México y Latinoamérica" (2008-2010), "Presencia del exilio republicano español en la arquitectura mexicana" (2012-2014), "Cascarones de concreto armado en México y el mundo" (2015-2017) y, finalmente, "Cascarones de concreto armado en México y el mundo: pasado, presente, futuro" (2018-2020), proyecto del que emana esta publicación.

Entre los encuentros (congresos, coloquios y simposios) que se hicieron en esta década, cabe destacar los realizados en el marco de la magna exposición "Félix Candela, 1910-2010" con la que se celebró el centenario de su nacimiento, y fue exhibida en los tres países donde residió: se inauguró en España, en el Instituto Valenciano de Arte Moderno (IVAM, Valencia, octubre de 2010), pasó por el Museo Extremeño e Iberoamericano de Arte Contemporáneo (MEIAC, Badajoz, febrero de 2011), antes de cruzar el Atlántico para recalar en el Museo de Arte Moderno de Chapultepec (MAM, Ciudad de México, septiembre de 2011), y cerró su recorrido en marzo de 2012 en la Universidad de Columbia, en Nueva York, que alberga la parte más importante de su legado documental en el Avery Library's Drawings & Archives Department.

En cada una de estas sedes se organizaron actividades paralelas que reunieron a un buen número de especialistas, como el coloquio internacional "Félix Candela: vida, obra, legado" (FA-UNAM, diciembre de 2011) y el "Symposium on Candela" (Columbia University, febrero de 2012). En ellos tomaron parte más de medio centenar de ponentes, entre los que estuvieron varios colaboradores de este libro: Eduardo Alarcón, Alfonso Basterra, María Garlock, Ángela Giral, Carlos Lázaro, Marisela Mendoza, Juan Miró y Jesús Rábago.

En años posteriores fueron sumándose a estos proyectos de investigación más "cascaroneros" entusiasmados con el tema. En diciembre de 2017, la FA-UNAM congregó a otro conjunto de colegas para participar en el coloquio internacional "La estela de Félix Candela a 20 años de su muerte". De quienes tomaron la palabra, en este compendio colaboran Sandra Castillo, Elisa Drago, Jorge Galindo, Rafael García, Matthias Ludwig, Alex Martínez Suárez, Vanessa Nagel, Francisco Mustieles, Astrid Petzold, José Manuel Rosales. Ivan San Martín y Tyler Sprague.

Del resto de los aquí escriben, Mauricio Luzuriaga y Daniel Pozuelos fueron panelistas en la mesa "Cascarones de concreto: pasado, presente, futuro" del 6th Structural Engineers and Architects World Congress, celebrado en Cancún en noviembre de 2017, mientras que Edward Burian fue ponente en el simposio celebrado en el Centro Cultural de México en San Antonio, Texas, durante la inauguración de la exposición "Candela's Shells" que recorrió otras ciudades norteamericanas entre 2015 y 2018: Washington DC, Nueva York, Austin, Chicago y Rhode Island. La juventud en este grupo está representada por Valeria Méndez, quien debutó como ponente en el III Congreso Internacional de Historia de la Construcción, celebrado en México en enero de 2019. Los últimos en sumar sus colaboraciones, y los únicos que no participaron en alguno de los encuentros organizados como parte de estos proyectos de investigación, fueron Víctor Cavazos desde Monterrey, México, y Gonzalo Fuzs desde Córdoba, Argentina.

Es así como se fue gestando el libro que el lector tiene en sus manos, que debía haber "salido del horno" en el verano de 2020. Sin embargo, la pandemia del Covid 19 retrasó varios meses su proceso editorial. Finalmente aparece para atestiguar la influencia que la estela de Candela tuvo en parte del mundo. Quedan aún pendientes estudios que arrojen luz sobre la producción de cascarones de concreto en países que no fueron incorporados en esta edición, como Paraguay, Perú y Brasil en Latinoamérica; Polonia, Rumania, Rusia o Azerbaiyán en lo que fue el bloque socialista, o en regiones aún más distantes cultural y geográficamente como la India o Asia Oriental, donde sabemos que existen interesantes ejemplos de este tipo de estructuras.

Se hace camino al andar

Félix Candela Outeriño nació en Madrid el 27 de enero de 1910 y se tituló en la Escuela de Arquitectura de esa ciudad en 1935. Al año siguiente estalló la Guerra Civil Española (1936-1939) y decidió enlistarse como voluntario en el ejército republicano, renunciando a una beca que había obtenido para estudiar en Alemania las estructuras laminares de concreto que se construían por aquellos años en Europa. Llegó exiliado a México el 13 de junio de 1939. Aquel día desembarcó del buque *Sinaia* en el puerto de Veracruz, junto al primer contingente de refugiados españoles que recibieron asilo político del gobierno del general Lázaro Cárdenas.

Diez años después de su llegada levantó su primer cascarón experimental y fundó la empresa desde la que construyó las cubiertas laminares de concreto armado con las que sacudió el ámbito de la arquitectura mundial en los años cincuenta y sesenta. Para lograrlo, adaptó una tecnología constructiva de origen europeo que alcanzó en suelo mexicano un desarrollo inusitado al emplear profusamente y con gran virtuosismo el paraboloide hiperbólico. Aprovechó al máximo las ventajas estructurales y expresivas de esta forma geométrica que permite construir láminas resistentes por forma con un espesor mínimo.

Las construcciones de Candela se basaban en tres ideas esenciales: lógica estructural, eficiencia y economía. Conforme diseñaba y levantaba nuevas estructuras, iba adquiriendo una madurez y una confianza que lo llevarían a experimentar con cascarones nunca antes vistos. Pese a haber expresado su desinterés en la originalidad *per se*, logró formas espaciales inéditas de gran elegancia, que constituían en sí retos tecnológicos solucionados con los recursos materiales y la excelente mano de obra que encontró en su patria de adopción

Las estructuras laminares de concreto armado, que marcaron una época en la arquitectura mexicana, pudieron ser construidas gracias a la visión espacial y al pragmatismo de Félix Candela y de otros arquitectos como Ovidio Botella, Oscar Coll, los hermanos Fernando y Raúl Fernández Rangel, Enrique de la Mora y Palomar, Fernando López Carmona, Alejandro Prieto, Alejandro Zohn, Eduardo Padilla, José María Gutiérrez, Juan Antonio Tonda, Alberto González Pozo y Francisco Treviño, o de ingenieros como Porfirio Ballesteros y el potosino Flavio Madrigal, entre otros. Ellos identificaron un desarrollo socioeconómico y tecnológico que se avenía bien al dominio de la geometría y al sistema constructivo necesario para hacer realidad estos cascarones de gran estilización.

La influencia de Candela traspasó fronteras. Colaboró con arquitectos como Richard Neutra, Josep Lluis Sert y O'Neil Ford en Estados Unidos; Max y Enrique Borges en Cuba; Guillermo Shelley y Álvaro Coto en Venezuela; Jaime Perea en Colombia, y los ingenieros Jorge Guevara, Rodolfo Arinci y Miguel Angel Yadarola en Argentina, así como Mauricio Castillo Contoux en Guatemala, por mencionar sólo algunos. Asesoró proyectos también en Perú, Puerto Rico y Noruega, aunque obras inspiradas en las suyas –sin que haya tenido una intervención directa– pueden encontrarse, incluso, en diversas regiones de Asia o en países socialistas donde su influencia se potenció con la publicación del libro *Form und Bauweise der Schalen* (*Forma y construcción de cascarones*, Berlín Oriental, 1961) de Manuel Sánchez Arcas, uno más de los arquitectos españoles que –como Candela– escaparon de la represión de la España franquista.

Los españoles Luis Martínez-Feduchi, José Enrique Ruiz-Castillo Ucelay y Luis López Díaz, el alemán Ulrich Müther o el norteamericano Jack Christiansen destacan entre los constructores que siguieron su estela. También se pueden detectar atisbos de su genio en la lógica estructural de ingenieros y arquitectos contemporáneos de la talla de Ove Arup, Heinz Isler, Kenzo Tange, Frei Otto, Santiago Calatrava o Norman Foster. Mención aparte merece el caso de Zaha Hadid, quien lo consideraba uno de sus referentes, al grado de incluir maquetas y análisis de obras de Candela en sus exposiciones, incluso, un cascarón experimental como el "Knit Candela", levantado en 2018 para el Museo Universitario Arte Contemporáneo (MUAC-UNAM) en la Ciudad Universitaria de la Ciudad de México. Dicha intervención museográfica fue realizada por el equipo de Philipe Block, del ETH-Zürich; construida con cimbra textil, es un ejemplo del interés que despiertan actualmente estas estructuras resistentes por forma, que ha llevado a diversos grupos de investigadores a retomar el concepto que guió a Candela hace más de medio siglo en busca de soluciones más eficientes y sustentables.

También se pueden citar en este sentido los paraguas de borde ondulado diseñados por el arquitecto argentino Amancio Williams en los años cincuenta, pero que sólo fueron construidos en fechas recientes por Claudio Vekstein en Buenos Aires y Santa Fe, Argentina. Y otro caso especial es el del ingeniero paraguayo Luis Fernando Meyer, quien trabajó en Cubier-

tas Ala en los años sesenta y sigue levantando cascarones en su país.

Sin embargo, no se detiene ahí su influencia: los artículos que el lector disfrutará a continuación contribuyen a entender las dimensiones de la huella que dejó en diferentes partes del mundo.

Tras la estela de Candela

Durante sus años más prolíficos, Félix Candela fue un ardiente divulgador de los principios estructurales de sus cascarones, por medio de artículos, ponencias, entrevistas y, por supuesto, en las clases de geometría, análisis estructural y diseño de cubiertas ligeras que dictaba en la ENA-UNAM y en otras universidades nacionales o del extranjero a las que asistía como profesor o conferencista invitado. Por estas vías promocionó sus propuestas y generó un influjo que varios profesionistas –arquitectos, ingenieros o constructores– siguieron en México y el mundo.

Como ya se dijo, en esta publicación no aparece ninguna obra cuya construcción haya estado a cargo de su empresa Cubiertas Ala. Se busca evidenciar el rastreo de sus saberes en dos grandes derroteros: uno, tal vez más conocido, pretende ir tras las huellas de Candela en México. Otro, más ambicioso, desea sorprender para documentar cómo su conocimiento llegó a sitios insospechados en buena parte del planeta. Y esto se ha logrado gracias a la colaboración de especialistas que han estudiado la producción de cascarones en una docena de países y que aportan su saber en estas páginas.

En el prólogo, titulado "Candela, aglutinador universal", Juan Miró plantea que, a 23 años de su muerte, la obra del arquitecto hispanomexicano se ha convertido en un medio que conecta cada vez a más arquitectos e investigadores del mundo. El mismo Miró, exitoso arquitecto español afincado en Texas, se considera un ejemplo de lo anterior y esta aproximación es la que relata en su texto. Expresa, con justa razón, que la creación de un centro dedicado al estudio, catalogación, difusión, conservación y experimentación de este tipo de cubiertas ligeras sería un merecido homenaje para este genio constructor.

En su texto "Félix Candela y la divulgación de los cascarones de concreto", Valeria Méndez plantea que este tipo de obras constituyen una concepción técnica alternativa a las propuestas paralelas de la arquitectura moderna y su difusión. Toma a Candela como figura principal, sin dejar de lado las realizaciones de Enrique de la Mora, López Carmona, Tonda y González Pozo, entre otros. Pone énfasis en la divulgación y la intención de acercarse a los cascarones desde otra perspectiva: partir del mundo de las ideas para así llegar al de la construcción, advirtiendo un vínculo importante entre estos dos momentos de la creación arquitectónica.

José Manuel Rosales explica en "Otros constructores de cascarones del exilio español: Ovidio Botella y Óscar Coll" cómo esos arquitectos refugiados llegaron a México pertrechados con un caudal de saberes técnicos para aportar soluciones novedosas y pragmáticas en su ámbito de acción. De ahí que documente sus prolíficas aportaciones, poco estudiadas, al reconocerlos por su capacidad como calculistas y artífices de buenas obras

En "Cubiertas Ala del Norte. La evanescente estela de Félix Candela en Monterrey", Víctor Cavazos pone su punto de mira en la alianza con los hermanos García Sánchez Narro y su compañía constructora, con la que desplantaron cientos de cascarones en Monterrey entre 1955 y 1965, pues en su momento esas cubiertas llevaron al concreto y acero al extremo de su eficacia estructural de forma práctica e ingeniosa.

Jesús Rábago narra en "Alejandro Zohn en Guadalajara", la experiencia y el alcance de aquel arquitecto nacido en Austria y afincado desde niño en Jalisco, quien decidió sumarse a un curso de Candela en la UNAM para llevar este tipo de construcciones a la perla tapatía.

En su turno, Ivan San Martín presenta en "Cascarones en dos templos de Jorge Molina Montes" un ejemplo de los entrecruzamientos profesionales que se vivieron en aquellos años en nuestro país, lo que aporta un campo fértil para la historiografía de la arquitectura mexicana que, a través de interpretaciones maduras y equilibradas como la suya, dan cuenta del patrimonio arquitectónico mexicano de la segunda mitad del siglo XX, que debemos conocer para valorar y conservar.

El aparatado dedicado a la estela de Candela en México cierra con el texto "Geometría sagrada: templos de Alberto González Pozo y Juan Antonio Tonda, en Coyoacán", que fue escrito al alimón por Eduardo Alarcón y un servidor, con la intención de mostrar la continuidad del trabajo del arquitecto hispano-mexicano más allá de su producción con Cubiertas Ala. Documentamos la labor de González Pozo como diseñador y de Tonda como calculista y constructor. Aunque por caminos separados, la experiencia de ambos fructificó en una labor docente y de investigación de gran calado que permite detectar la huella de Candela, sobre todo en el caso de Tonda y su magisterio en la especialización en Diseño de Cubiertas Ligeras, de la UNAM, pues el verdadero legado de un maestro se manifiesta en la trayectoria de sus discípulos.

La segunda parte del libro, dedicada a seguir el rastro de Candela en otras partes del mundo, inicia con el análisis "En la cresta de la ola. Panorama de la difusión internacional de Félix Candela en revistas de arquitectura", donde Vanessa Nagel documenta la forma en que inició, en 1950, la fructífera producción de artículos técnicos de divulgación de sus propias obras, mismos que serían traducidos y publicados en numerosos países, haciéndolo vigente durante dos décadas como el arquitecto de la modernidad mexicana más divulgado internacionalmente. De ahí que la difusión de sus ideas permanezca en círculos académicos, lo cual se comprueba en la organización entusiasta de coloquios internacionales y libros como el presente.

A continuación, tres estudios abordan el análisis de la senda de Candela en el vecino país del norte. Ángela Giral explica en "La relación de Félix Candela con los Estados Unidos", la feliz coincidencia que hizo posible consolidar el resguardo de su muy completo archivo en la biblioteca Avery Library de la Universidad de Columbia, en Nueva York, pues como ella misma sostiene: sin documentos no hay historia. Su texto permite entender el estrecho vínculo que unió al arquitecto con el que sería su tercer país de residencia, y observar detalles reveladores para entender por qué vivió allí el último tercio de su vida.

En "O´Neil Ford en México y Félix Candela en Texas: conexiones cruzadas y colaboraciones, 1955-1968", Edward Burian señala lo poco que se ha escrito sobre la relación del famoso arquitecto texano con México y con Candela. Su obra refleja en muchos sentidos las tradiciones y la cultura transnacional mexicana –no anglosajona– de la región, y deja patente que sus colaboraciones sirvieron de inspiración para ciertas expresiones constructivas en la obra de Ford.

Por su parte, Tyler Sprague plantea en "Un diálogo sobre paraboloides hiperbólicos: Jack Christiansen y la influencia de Félix Candela", el impacto que causó esta geometría de doble curvatura inversa en el trabajo del norteamericano, quien ya había tenido éxito en la cons-

trucción de cubiertas de curvatura simple. La lectura de textos de Candela, y el análisis de sus obras, lo animaron a adoptar esta solución ampliando así su repertorio formal y las técnicas constructivas para lograrlo, más allá incluso de lo que Candela había logrado. Con ello aportó una visión fascinante del intercambio global práctico que rodea este tipo de estructuras para dejar una obra única en la costa noroeste del Pacífico estadounidense.

De los Estados Unidos, la publicación viaja hacia el sur para llegar a Latinoamérica y El Caribe con siete textos que estudian el impacto de Candela en la región. En "Mauricio Castillo Contoux y Cubiertas Ala de Guatemala", Germán Meléndez y Daniel Pozuelos colaboran con Sandra Castillo, hija del ingeniero chapín, para analizar las circunstancias que rodearon la creación de la sociedad con que la empresa constructora se abrió camino en Centroamérica.

Algo similar hacen los autores de "La estela de Félix Candela en Venezuela: etapas, protagonistas y obras". Francisco Mustieles, Astrid Petzold, Carmela Gilarranz y Edwin González abordan la impronta de Candela en ese país sudamericano durante un periodo de 25 años, a través de su relación con Guillermo Shelley y Álvaro Coto, arquitectos mexicanos afincados en Caracas encargados de la sucursal venezolana de Cubiertas Ala. Es una investigación que trata sobre las relaciones directas e indirectas con los protagonistas en el campo de la realización proyectual, partiendo de la base de que Candela era un constructor moderno, con fe tecnológica y alejado de valores locales.

En tiempos recientes, Gonzalo Fuzs se ha dado a la tarea de investigar sobre "Cubiertas Ala Argentina S.R.L. La estela de Félix Candela en Córdoba". Su texto explica las circunstancias que rodearon a la representación de la empresa en aquel país durante el tiempo en que operó, lo que supone una reveladora aportación, pues esa historia no había sido documentada hasta ahora.

Por otro lado, Jorge Galindo explica "La estela de Félix Candela en Colombia" partiendo de la primera visita que hiciera el arquitecto a aquel país en 1956 para estudiar la optimización del uso del concreto en viviendas económicas. A partir de aquella experiencia, su presencia motivaría un buen número de colaboraciones y obras que reflejan su ascendencia en ciertos ámbitos de la arquitectura y la ingeniería colombianas.

Mauricio Luzuriaga, Ana María Carrión y Álvaro Valladares siguen su rastro en "Cascarones de concreto en el Ecuador", donde documentan cómo, a partir de la primera obra realizada con esta tipología moderna en su país, los años sesenta atestiguaron la aparición de estructuras laminares en Quito y Guayaquil, adaptándose y probando su versatilidad. Incluso en lugares remotos de la geografía ecuatoriana surgieron casos peculiares y emblemáticos que se presentan en una secuencia que salta de lo cronológico a lo tipológico, de lo autoral a lo geográfico y de lo tecnológico a lo formal.

Del Cono Sur pasamos a las Antillas Mayores. En "Los cascarones de concreto de Félix Candela en Cuba", María Garlock comenta su experiencia de análisis *in situ* con su equipo de investigación de la Universidad de Princeton, y documenta con base en fuentes primarias, esquemas gráficos y fotografías actuales las obras con los hermanos Max y Enrique Borges, así como el proyecto para el Palacio Presidencial, de Josep Luis Sert en La Habana, en los que Candela actuó como consultor estructural.

Por su parte, Alex Martínez Suárez nos descubre en "Paraboloides hiperbólicos en la arquitectura moderna dominicana", cómo durante el siglo XX estas estructuras jugaron un papel importante en la búsqueda de la nueva

espacialidad y expresión formal durante los años sesenta y setenta, de la mano de algunos arquitectos que habían realizado sus estudios en el extranjero.

Desde las islas del Caribe, el libro navega hacia el viejo continente. Respecto al impacto de Candela en Europa, Marisela Mendoza comenta en "Félix Candela y su contribución a la arquitectura industrial y de mercados cubiertos en la Gran Bretaña", que su obra era ampliamente conocida en aquellas latitudes y destaca su contribución al documentar tres estructuras significativas.

A Continuación, Matthias Ludwig advierte en "Ulrich Müther, virtuoso del cascarón" que la obra de este ingeniero de la Alemania Oriental no había recibido atención por causas políticas y sociales, pese a que sus creaciones lo ponen a la altura del propio Candela. Y aunque muchos de sus edificios fueron adaptados para nuevos propósitos, abandonados o incluso demolidos, sus archivos se salvaron al ser donados por él mismo a la Universidad de Wismar, desde donde han podido difundirse. Prueba de ello es el libro *Candela, Isler, Müther. Positions on Shell Construction*, publicado recientemente en Suiza como producto del grupo de investigación CIMIS (Candela-Isler-Müther International Symposium), encabezado por la UNAM, ETH-Zürich y Wismar Hochschule.

Finalmente, cuatro textos se ocupan del impacto de las ideas del arquitecto en su patria. En "Regreso de Candela a España: Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid", Elisa Drago parte de un ejemplo bien conocido para analizarlo con todo detalle. Se trata del primer proyecto de colaboración técnica del arquitecto expatriado, en la ciudad que lo vio nacer. La propuesta original implicaba un desafío que ya había sido experimentado en México pero que representaba una novedad para la España franquista. A decir de la autora, con esta solución creció la fama del madrileño como diseñador estructural y, aunque de manera tardía, se convirtió en profeta en su tierra.

Pero si este texto se ocupa de una sola obra, los dos siguientes hacen un esclarecedor recuento panorámico de muchos de los cascarones construidos en la península ibérica. En "Cascarones a la estela de Candela en España", Luis Alfonso Basterra explica que Enrique Ruiz-Castillo Ucelay trabajó una temporada en Cubiertas Ala y a su regreso a Madrid fundó con su socio Ricardo Urgoiti la empresa Construcciones Laminares, desde la que erigieron varios cascarones para cubrir iglesias y otros tipos de edificios. A esa senda se sumó el arquitecto y cura dominico Francisco Coello de Portugal. Devela no sólo una serie de nombres y obras, sino el hecho de que varios arquitectos más continuaron proyectando y construyendo cascarones muchos años después, como Luis Fernando López Díaz en la isla de Gran Canaria.

Por su parte, Rafael García informa en "Láminas y mallas transatlánticas. La herencia de Félix Candela en España" que, aunque todavía no es bien conocido el número de estructuras laminares existentes en su país, en las realizadas con paraboloides hiperbólicos y con autorías establecidas sí es posible encontrar un nexo que las vincula con Candela, su gran difusor. Sin embargo, hay un claro protagonismo visual en las de carácter religioso, pues es difícil detectar las de funcionalidad utilitaria o industrial, aunque sean más abundantes. Pero además da cuenta de una de las últimas e insospechadas colaboraciones del diseñador estructural cuyo genio quedó patente en la geometría de inspiración islámica que resuelve la gran losa plana encasetonada de la estación de metro Sol, que forma a su vez el piso por el que circulan quienes recorren la céntrica plaza madrileña de la Puerta del Sol.

Por último, en "La obra póstuma de Candela: el restaurante de L'Oceanogràfic en Valencia", el ingeniero Carlos Lázaro rememora, a casi veinte años de su inauguración, la construcción de este cascarón inspirado en el restaurante Los Manantiales, de Xochimilco, la obra más famosa de su autor. Refiere que él y su socio Alberto Domingo no llegaron a conocer al arquitecto pues ya había fallecido cuando recibieron el encargo de continuar con su proyecto, por lo que entendieron con libros y fotografías cómo debían proceder. Concluye que con la perspectiva que da el tiempo, y tras visitar algunas de sus obras en México, le parecen aún más admirables sus estructuras y el proceso que siguió para concebirlas, proyectarlas y construirlas.

Después de hacer la glosa de cada uno de los textos que vienen a continuación, en riguroso orden según aparecen en el índice, hay que decir a manera de homenaje a la novela *Rayuela*, de Julio Cortázar, que este libro puede leerse no sólo ajustándose a la propuesta del editor, sino que también es atractivo abordarlo aleatoriamente, deteniéndose primero –por ejemplo– en aquellos capítulos que dan un marco general (Juan Miró, Valeria Méndez, Vanessa Nagel y Ángela Giral), para pasar después al país o región del mundo que se desee. No sólo eso, también es sugerente encontrar áreas de influencias lógicas –por cercanía– como México y Guatemala, Cuba o Texas, u otras experiencias paralelas, periféricas poco conoWcidas hasta ahora, como sería el caso de Inglaterra o Alemania. Lo anterior tampoco quita que un lector pueda buscar algo específico en cierto lugar y decida hacer el camino inverso: ir a la especificidad de cierta región, país o arquitecto, para seguir, si le apetece, documentándose en lo general. Este es un compendio de información que puede ser disfrutado en la forma que se prefiera.

Félix Candela siempre expuso sus principios de diseño estructural de un modo sencillo, con gran modestia e incluso con humor, pero sobre todo con base en su experiencia y en sus obras construidas en México y aquellas que asesoró o calculó en otros países. Los trasvases y réplicas de sus trabajos produjeron una influencia múltiple, variada, a veces no imaginada y, por todo ello, tan sorprendente como sugerente. Esa huella, rastro, escuela, señal, senda… estela a fin de cuentas, es la que se aspira empezar a documentar aquí de modo más sistemático. Por los resultados obtenidos nos damos cuenta de que el desbroce de este camino apenas comienza, así que lo que toca ahora es empezar a andar por estas páginas.

En México...

Félix Candela y la divulgación de los cascarones de concreto

Valeria M. Méndez Pineda

Las estructuras laminares de concreto armado, o "cascarones", constituyeron una concepción técnica alternativa a las propuestas paralelas de la arquitectura moderna. Diferentes autores han estudiado este sistema constructivo en diversos momentos de la segunda mitad del siglo xx, cuando este tipo de cubiertas proliferaron en la construcción.

El caso más conocido es el del arquitecto Félix Candela, quien desarrolló esta tecnología en mayor medida y llegó a proponer un gran número de soluciones. Entre sus aportaciones, también emprendió la divulgación de los cascarones de concreto. Esta labor supuso la innovación en el pensamiento a través del ingenio, la imaginación y la creatividad, además de habilidades matemáticas, técnicas y constructivas. Tal desarrollo no se concentró solo en una persona a cargo de resolver la estructura, sino que nació del trabajo en conjunto de arquitectos, ingenieros y albañiles.

Los análisis estructurales de diversos autores han cumplido el objetivo relevante de explicar el funcionamiento del sistema. Sin embargo, no se deben dejar de lado las ideas, reflexiones y antecedentes involucrados en la creación de estos procedimientos. Cabe recordar que, a lo largo de la historia, gran parte de las transformaciones arquitectónicas fueron posibles gracias a momentos y condiciones específicas que promovieron la industria de la construcción.

Otro aspecto importante a considerar es el papel que jugaron los medios de difusión (libros, revistas, periódicos) para dar a conocer las edificaciones recientes y, con ellas, las innovaciones y las tecnologías desarrolladas en diferentes países. A continuación, se presentan algunas publicaciones a través de las cuales se difundió la construcción de cascarones de concreto en México. La compilación se concentra en textos dedicados al respaldo teórico y práctico que, además, documentan una de las aportaciones estructurales más emblemáticas del siglo xx.

Esta recopilación y estudio toma a Félix Candela como figura principal en tanto fue autor de un gran número de artículos. No por ello, se omiten las contribuciones admirables de arquitectos como Enrique de la Mora, Fernando López Carmona, Juan Antonio Tonda y Alberto González Pozo, entre otros.

La intención es acercarnos a los cascarones de concreto desde otra perspectiva: partir del *mundo de las ideas* para así llegar al *mundo de la construcción* y advertir el vínculo importante entre ambas partes.

La información que ha construido

Tras su llegada a México en 1939, Félix Candela tardó once años en divulgar su primer artículo sobre estructuras laminares con el título "Cubiertas prismáticas de hormigón armado en la ciudad de México", publicado en la *Revista Nacional de Arquitectura* de España en 1950.[1] A su vez, comenzó a experimentar con los cascarones de concreto a partir de numerosos estudios a los cuales tuvo acceso desde sus primeros años de formación. Sobre todo, consultó trabajos de Auguste Perret, Eugène Freyssinet, Robert Maillart, Franz Dischinger, Ulrich Finsterwalder, Pier Luigi Nervi y Eduardo Torroja.[2]

A finales de 1950, el ingeniero Nabor Carrillo presentó ante la Sociedad de Arquitectos Mexicanos (SAM) a Félix Candela,[3] quien dictó así su primera conferencia bajo el título "Los cascarones de concreto armado como solución constructiva del problema de cubierta". La presentación guarda similitudes con la plática de 1951, "Hacia una nueva filosofía de las estructuras", traducida y publicada en una cantidad importante de revistas y libros.[4] Para entonces,

Félix Candela dictando su primera conferencia, titulada "Los cascarones de concreto armado como solución constructiva del problema de cubierta". Sede de la Sociedad de Arquitectos Mexicanos, Ciudad de México, 23 de noviembre de 1950. Foto: Félix & Dorothy Candela Archive, Princeton University.

Candela ya había construido su primer cascarón experimental (1949) y las primeras obras realizadas desde su empresa Cubiertas Ala.

A la par de su ejercicio profesional como constructor, Candela publicó un gran número de textos sobre las cubiertas laminares de concreto, y participó de manera constante en discusiones de arquitectura, obras particulares, crítica, noticias y entrevistas. Además, conforme sus edificaciones ganaron reconocimiento, cada vez más personas se aproximaron a la figura del arquitecto.

Las gráficas que se presentan a continuación reflejan el número de escritos de divulgación (textos publicados, conferencias mecanografiadas) que realizó Candela entre 1950 y 1976, y el número de proyectos desarrollados en su empresa Cubiertas Ala en el mismo periodo (no todos construidos). Cabe destacar la coincidencia entre el período más prolífico en cuanto a encargos recibidos por la empresa (1955-1959) y la actividad divulgadora del arquitecto. Evidentemente esto coincide con la relevancia de obras que fueron ampliamente difundidas y comentadas en la época.

Los primeros textos de Candela expresaron una manifiesta preocupación por la si-

[1] Félix Candela, "Cubierta prismática de hormigón armado en la ciudad de México", *Revista Nacional de Arquitectura*, Madrid, núm. 99, marzo 1950, pp. 126-132.

[2] Juan Ignacio del Cueto, *Guía Candela*, México, Arquine/FA-UNAM/INBA, 2013, p. 8.

[3] La relación profesional entre Candela y el ingeniero Nabor Carrillo había iniciado en 1948 con el proyecto del Hotel Catedral, de la calle Donceles, en el centro de la capital mexicana, donde la solución de la cimentación por sustitución había sido propuesta y resuelta por el especialista en mecánica de suelos, que más tarde sería rector de la UNAM (1953 a 1961).

[4] Entre las revistas en las que aparece el artículo se encuentran: *Revista Ingeniería*, vol. 25, núm. 2, julio 1952; Students Publication of School of Design, North Carolina Stage College, marzo 1954 y enero 1955; *Architectural Forum*, vol. 104, núm. 2, febr. 1956; *Baukunst und Werkform*, vol. 8, sept. 1959; Ruth Rivera (ed.), *Cuadernos de Arquitectura INBA 2*, México, INBA, 1961. Y en el libro Félix Candela, *En defensa del formalismo y otros escritos*, Bilbao, Xarait, 1985.

Producción literaria de Félix Candela: artículos, transcripciones de conferencias y eventos publicados de 1950 a 1976. Gráfica: Valeria Méndez.

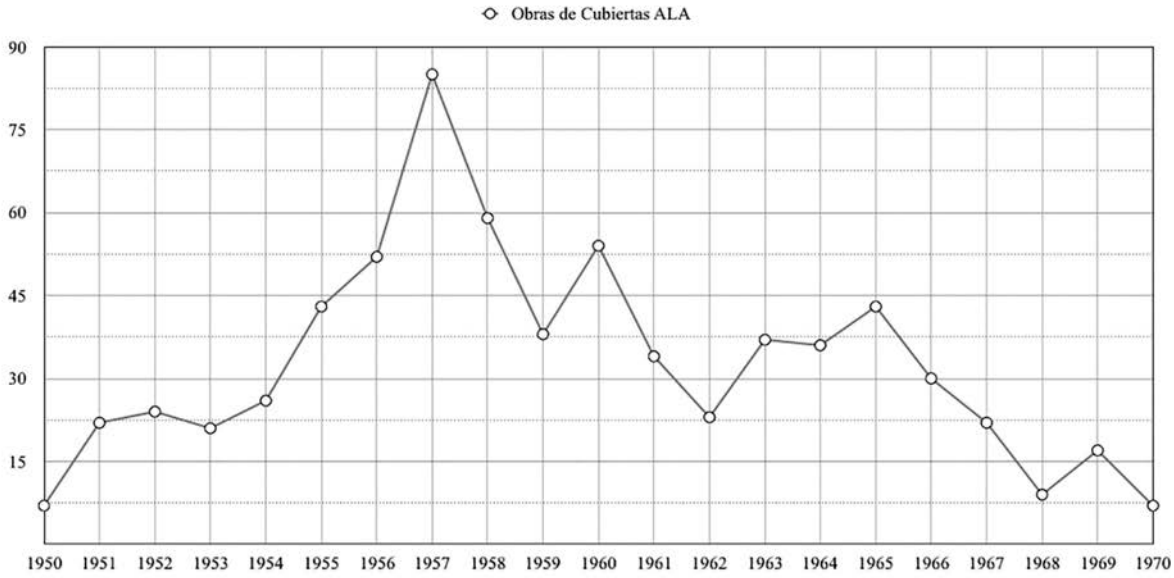
tuación de la arquitectura en ese momento. Afirmó que los profesionales del campo necesitaban una noción amplia sobre los sistemas estructurales, su comportamiento y cómo manejarlos; a modo de enseñanza, se remontó a pasajes de la historia de la construcción con frecuencia. Asimismo, ofreció diferentes análisis propios y ajenos sobre el uso del concreto. Estos escritos tuvieron un carácter más apegado a la crítica y la difusión de los nuevos estudios acerca del material. Sin el afán de hacer formulaciones complejas, los impresos de divulgación más bien brindaron un catálogo de los constructores recién allegados a estos sistemas.

En su primera conferencia dictada en la sede de la SAM, Candela clasificó las cubiertas laminares o cascarones con una breve explicación. El compendio incluyó las estructuras prismáticas, las coberturas cilíndricas divididas en bóvedas cortas y largas, las cúpulas y las superficies de doble curvatura cuya cualidad es librar grandes claros.

Aun así, el arquitecto no descartó el cálculo estructural en sus explicaciones, pues tenía la intención de disolver las supuestas complicaciones de estas técnicas. Las publicaciones de aquel tiempo acentuaban la complejidad de los cascarones al exponerlos como procedimientos científicos difíciles de abordar; por lo tanto, su aplicación parecía poco práctica en la arquitectura al uso.[5]

De hecho, una de las aportaciones más significativas de Candela fue tratar el tema de modo comprensible para los arquitectos e ingenieros. No pretendía que todos construyeran cascarones, sino que aprendieran los principios básicos de su funcionamiento a través de la experimentación. La invitación radicó en considerar otros medios y fórmulas, así como probar un material con propiedades superiores en comparación a las posibilidades limitadas de los métodos habituales.

[5] Félix Candela, "Los cascarones de concreto armado como solución constructiva del problema de cubierta", conferencia presentada en la Sociedad de Arquitectos Mexicanos, Ciudad de México, 23 de noviembre de 1950. En J.I. del Cueto (ed.), *Félix Candela 1910-2010*, catálogo de exposición, Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 2010, pp. 263-285.



Encargos registrados por Cubiertas Ala de 1950 a 1970. Gráfica: Valeria Méndez

Félix Candela tuvo habilidad para dirigirse a principiantes y expertos, entre estos últimos se encuentran los miembros del American Concrete Institute, entidad que rechazó su primer texto técnico en inglés ("Considering concerning the design of Reinforced Concrete Structures", 1950) pero que publicó el segundo en 1951 con el título "Simple Concrete Shell Structures".[6] El arquitecto publicó cuatro artículos especializados más en el mismo medio conforme al desarrollo de cascarones en sus diferentes etapas profesionales.[7] La revista mexicana *Ingeniería* divulgó tres contribuciones del creador para un público especialista: "Hacia una nueva filosofía de las estructuras", "Una pequeña demostración práctica de la validez de la teoría de la membrana" y "Fórmulas generales para el cálculo de esfuerzos en cascarones paraboloide-hiperbólicos".[8] El autor presentó el primer título a manera de conferencia en el Congreso Científico Mexicano de 1951. El siguiente año, *Ingeniería* imprimió el escrito y en 1954, llegó a las páginas estadounidenses en inglés. Más tarde, diversos órganos estudiantiles editaron el ensayo.

En "Hacia una nueva filosofía de las estructuras", pese a la complejidad del tema, Candela explicó de manera simple las incoherencias en los conceptos de análisis estructural predominantes en la época, la teoría de la elasticidad en particular. Por otra parte, como indica el título, el arquitecto refirió a la filoso-

[6] Félix Candela, "Simple Concrete Shells", *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 48, núm.12, dic. 1951, Detroit, pp. 321-331.

[7] Félix Candela, "Skew Shell Utilized in Unusual Roof", *Journal of American Concrete Institute*, vol. 49, núm. 3, mar. 1953, Detroit, pp. 657-664. Félix Candela, "Structural Applications of Hyperbolic Paraboloidical Shells", *JACI*, vol. 51, núm. 1, ene. 1955, Detroit, pp. 397-416. Félix Candela, "General Formulas for Membrane Stresses in Hyperbolic Paraboloidical Shells", *JACI*, vol. 57, núm. 10, oct. 1960, Detroit, pp. 352-372. Félix Candela, "Folded Hypar Shells", *JACI*, vol. 28, abr. 1970, Detroit, pp. 167-184.

[8] Félix Candela, "Hacia una nueva filosofía de las estructuras", *Ingeniería*, vol. 25, núm. 2, México, jul. 1952. Félix Candela, "Una pequeña demostración práctica de la validez de la teoría de la membrana", *Ingeniería*, vol. 24, núm. 5, México, mar. 1952. Félix Candela, "Fórmulas generales para el cálculo de esfuerzo en cascarones paraboloide-hiperbólicos", *Ingeniería*, vol. 30, núm. 2, México, abr. 1960.

fía que fundamentó su acercamiento en la experimentación de estructuras, y citó la historia de las construcciones en diferentes épocas donde identificó períodos de creación, desarrollo y a veces de estancamiento. La disertación acreditó a personalidades como Eduardo Torroja, Ross y Campus, e invitó a su lectura para evadir los prejuicios sobre el uso y cálculo del concreto.

A lo anterior se sumó una serie de recomendaciones bibliográficas a fin de profundizar en el tema: cálculo, análisis estructural y teorías. Muchos de estos documentos formaron parte de publicaciones extranjeras, principalmente de Alemania y Francia. A su vez, Candela sugirió uno de sus propios textos, "Las cubiertas laminares en la arquitectura industrial", sobre estructuras hiperestáticas publicado en la revista mexicana *Espacios*.[9]

Poco a poco, el interés por estas construcciones ganó popularidad. Los medios extranjeros centraron su atención en México tras la inauguración de Ciudad Universitaria. El conjunto por sí solo fue motivo de diversas publicaciones. En septiembre de 1952, el nombre de Félix Candela y Jorge González Reyna apareció por primera vez en *Architectural Forum*, gracias a las cualidades del Pabellón de Rayos Cósmicos. El texto reseñó el laboratorio de la siguiente manera:

> Funcionalismo refinado
> "Tan delgado como el papel", la cubierta de concreto más delgada del mundo, en el hermoso y agraciado "vagón cubierto" del laboratorio de rayos cósmicos, con solo 5/8' de espesor. El paso de los rayos cósmicos a través de él no se obstruye. Las atractivas complicaciones, ambas en la cubierta y en los muros finales, sustentan

CU

REFINED FUNCTIONALISM

"Thin as paper," the world's thinnest shell-concrete vault, in the beautifully graceful "covered wagon" of the cosmic-ray laboratory, is only 5/8" thick! Cosmic rays pass through it unobstructed. The handsome convolutions, both in the vault and the end walls, serve to stiffen the construction. Here is the opposite extreme from the mountainous stadium, in the university's vast vocabulary of forms, showing the range possible to today's architecture. Structural designer was the Spaniard Félix Candela; his architect associate was Jorge Gonzales Reyna. Determinations had to be largely empirical and bold.

114 THE MAGAZINE OF BUILDING

Pabellón de Rayos Cósmicos en *Architectural Forum*, "Mexico", vol. 3, núm. 97, 1952, Nueva York, p. 114.

> su construcción. Aquí está el opuesto extremo del montañoso Estadio, en el vasto vocabulario de las formas de la universidad, mostrando la gama de posibilidades de la arquitectura de hoy en día. El diseñador estructural fue el español Félix Candela; el arquitecto asociado fue Jorge González Reyna. Las determinantes fueron en gran parte, empíricas y sabias.[10]

En 1954, *Progressive Architecture* publicó en inglés "Stereo-Structures", texto publicado en español un año antes en México.[11] La revista, al ser un referente importante dentro del gremio, difundió algunas propuestas iniciales de Candela con un carácter técnico pero sencillo. Por

[9] Félix Candela, "Las cubiertas laminares en la arquitectura industrial", *Espacios*, núm. 7, jun. 1951, México, pp. 95-110.

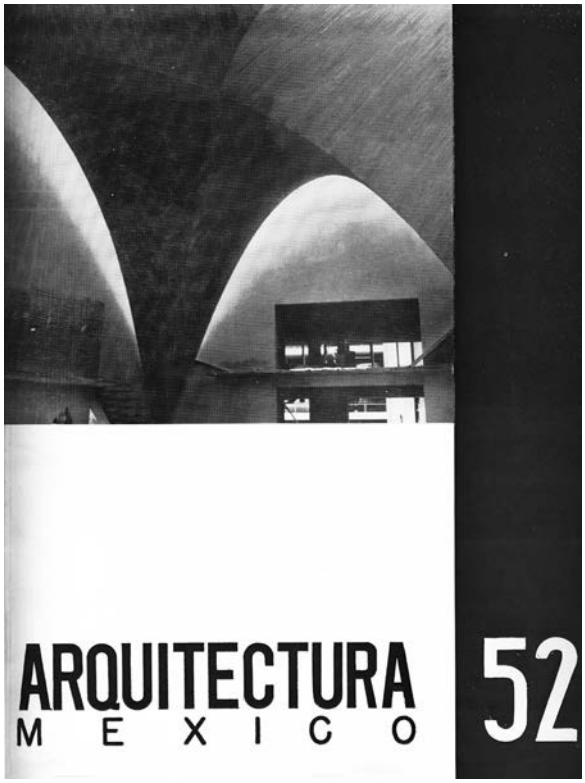
[10] *Architectural Forum*, "Mexico", vol. 3, núm. 97, 1952, Nueva York, p. 114. Traducción realizada por la autora.

[11] Félix Candela, "Estereostructuras", *Espacios*, núm. 17, 1953, México, pp. 111-122.

otro lado, el magazín californiano *Arts & Architecture* dedicó un par de números al trabajo de la eminencia hispano-mexicana.[12] Los ejemplares fueron de la mano de Esther McCoy, Colin Faber y el propio Candela. El arquitecto contribuyó con "The Shell as a Space Encloser", extracto de una exitosa conferencia dictada en 1954 en el Massachussets Institute of Technology (MIT).

De 1955 hasta principios de 1962, los escritos de Candela tuvieron amplia divulgación tras la construcción de la Iglesia de Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa. Sin embargo, la mayoría correspondió a traducciones de obras previas. Los ensayos nuevos de cuantía menor abordaron los cascarones con un enfoque todavía más especializado, pues para este momento, Candela ya había experimentado con formas novedosas. Se trató sobre todo de proyectos industriales como la fábrica de trajes High Life (Coyoacán, 1954) y la prolífica colaboración con el despacho de Enrique de la Mora y Fernando López Carmona, la cual dio lugar a la Bolsa Mexicana de Valores (1954), la Iglesia de Nuestra Señora de la Soledad "El Altillo" (1955) y la Parroquia de San Antonio de las Huertas (1956). A pesar de que fueron varios arquitectos los que encargaron los proyectos, Candela siempre recibió el crédito por el diseño estructural de las cubiertas.

Revistas mexicanas como *Espacios* y *Arquitectura México* se hicieron eco de los logros estructurales de Candela y de su proyección internacional, dedicando incluso algunas de sus portadas a obras en las que participó Candela como arquitecto o diseñador estructural. Sin embargo, menos del 30% de los textos del



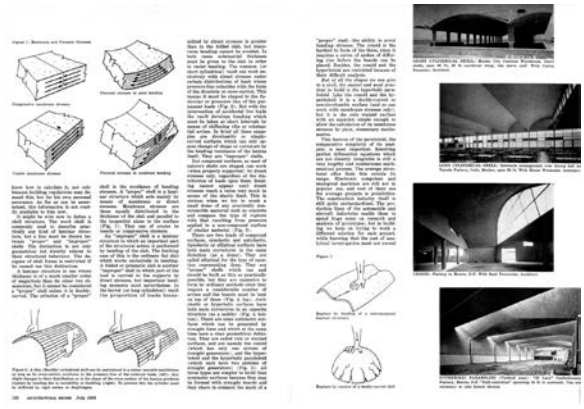
Portada de la revista *Arquitectura México*, núm. 52, dic. 1955, con una imagen de la sala de remates de la Bolsa Mexicana de Valores (arqs. Enrique de la Mora, Fernando López Carmona y Félix Candela).

especialista se publicaron en México, ya que su difusión era mayor en Estados Unidos, España, Italia o, incluso, Japón. Después, editores y corresponsales de diferentes revistas exaltaron las construcciones donde participó Candela. Esta cuestión llevó a rectificaciones constantes sobre la autoría de proyectos arquitectónicos, pues en ocasiones –y en contra de su voluntad– solo figuraba Candela como autor de las obras.

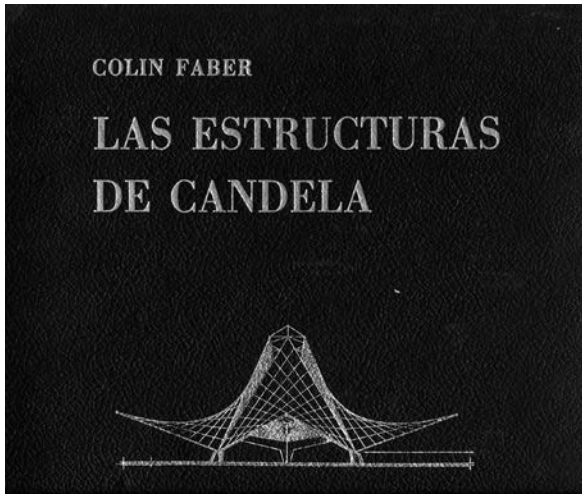
Para 1958, el experimentado constructor retornó a las páginas de *Architectural Record* con el artículo "Understanding the Hyperbolic Paraboloid", cuya extensión abarcó dos números consecutivos de la sección Architectural Engineering.[13] La primera parte resumió el compor-

[12] *Arts & Architecture*, "Concrete Structures: Félix Candela", vol. 75, núm. 10, oct. 1958, California. A & A, "Candela: The Shell Builder", vol. 80, núm. 12, dic. 1963, California.

[13] Félix Candela, "Understanding the Hyperbolic Paraboloid", *Architectural Record*, vol. 123, núm. 7, jul. 1958, Nue-



Extracto del artículo "Understanding the Hyperbolic Paraboloid", *Architectural Record*, vol. 123, núm. 7, jul. 1958, Nueva York, pp. 192-193.



Portada del libro *Las estructuras de Candela*, de Colin Faber (Cía. Editorial Continental, México, 1970), traducción al español de *Candela, the Shell Builder* (Reinhold, Nueva York, 1963).

tamiento básico de los cascarones, así como la tipología y la geometría del paraboloide hiperbólico. La segunda entrega analizó a profundidad las fuerzas de los diferentes tipos. Ilustraciones y fotografías de múltiples obras con el crédito de los arquitectos complementaron el carácter técnico y didáctico del documento.

Este período se caracterizó por la cantidad abundante de artículos impresos en México y el extranjero; sin embargo, Candela no escribió la mayoría de ellos pues por lo general enviaba fotos y planos de sus proyectos a los medios de difusión más no necesariamente artículos de fondo o divulgación.

A estas publicaciones se agregó la edición del libro *Candela, the Shell Builder*, de Colin Faber, publicado en inglés en 1963, en alemán en 1965 (con traducción de Max Cetto) y en español hasta 1970, con el título *Las estructuras de Candela*.[14] No obstante, la difusión de sus ideas y de sus obras tuvo mayor impacto en los medios de tiraje periódico que en los libros impresos.[15] El nombre de la celebridad también figuró en los capítulos de otros tomos como *Moderne Architektur in Mexiko* de Max L. Cetto (1961) o *Builders in the Sun: Five Mexican Architects* de Clive Bamford Smith (1967).[16] Antes, la Universidad de Buenos Aires había editado *Félix Candela* de Félix Buschiazzo, en el número seis de la serie Arquitectos Americanos Contemporáneos.[17]

Los libros cobraron importancia en parte gracias a las reseñas de las revistas internacionales. El volumen de Colin Faber fue uno de los ejemplares con más menciones y constituyó una propaganda efectiva para el propio Candela. Además, se sabe que el arquitecto

va York, pp. 191-195. Félix Candela, "Understanding the Hyperbolic Paraboloid: Part II", *AR*, vol. 124, núm. 2, ago. 1958, Nueva York, pp. 205-207, 215.

[14] Colin Faber, *Candela, the Shell Builder*, Nueva York, Reinhold, 1963; Colin Faber, *Candela und seine Schalen*, Munich, Callwey, 1965 (trad. al alemán de Max Cetto); Colin Faber, *Las estructuras de Candela*, México, Compañía Editorial Continental, 1970 (trad. al español de Miguel M. Echegaray).

[15] Vanessa Nagel, *México exporta: La arquitectura moderna en las revistas europeas y norteamericanas (1950-1970)*, tesis de Doctorado en Arquitectura, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2013.

[16] Max L. Cetto, *Moderne Architektur in Mexiko*, Stuttgart, Verlag Gerd Hatje, 1961. Max L. Cetto, *Modern Architecture in Mexico*, trad. D.Q. Stephenson, Nueva York, Praeger, 1961. Clive Bamford, *Builders in the Sun: Five Mexican Architects*, Nueva York, Architectural Book Publishing, 1967.

[17] Félix Buschiazzo, *Félix Candela*, Buenos Aires, Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas, 1961.

Félix Candela (sentado, al centro) dando clase en la Escuela Nacional de Arquitectura en la Ciudad Universitaria de la UNAM. Lo rodean, de izquierda a derecha: Enrique Ortiz, Manuel Burgos, Óscar Hagerman, Revilla, Julio García Coll, Roque González Escamilla, Juan Benito Artigas, Fernando López Carmona, Enriqueta Serrano, Aída Salvadores y Roberto Guzmán Alatorre. *Ca*. 1958. Foto: Archivo de Arquitectos Mexicanos FA-UNAM.

colaboró estrechamente con Faber en las explicaciones, fórmulas y análisis que presenta el libro, por lo que es todavía una fuente imprescindible y auténtica para comprender la lógica constructiva de los cascarones de concreto.

A finales de 1963 Candela publicó el artículo "Arquitectura y estructuralismo" en España y México,[18] en el que retomó ideas de sus primeros textos para externar su preocupación sobre la falta de conciencia y decisiones poco adecuadas en la arquitectura de la época. El título alude al uso excesivo de estructuras ineficientes cuyos criterios de selección resultaban poco claros; a modo de argumento, los proyectistas esgrimieron supuestos principios estructurales. El texto tiene un sentido crítico, un tanto distante de los aspectos técnicos de la construcción. De la misma naturaleza son otros ensayos del período como "El escándalo de la ópera de Sidney", "El arquitecto del futuro" o "La explosión demográfica", entre otros.[19]

Como parte de su estrategia en la divulgación de los cascarones de concreto, hay destacar la labor docente de Candela en la Escuela Nacional de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (ENA-UNAM, hoy Facultad) entre 1953 y 1971. Fue a principios de la década de 1970, cuando decidió aceptar la invitación de la Universidad de Illinois, en

[18] Félix Candela, "Arquitectura y estructuralismo", *Arquitectura*, núm. 59, nov. 1963, Madrid, pp.17-24; y en *Arquitectos de México*, núm. 21, ene. 1964, México, pp. 38- 47.

[19] Félix Candela, "El escándalo de la ópera de Sídney", *Arquitectura México*, núm. 98, julio de 1967, México, pp. 103-110. Félix Candela, "El arquitecto del futuro", *Arquitectura*, núm. 130, oct. 1969, Madrid, pp. 48-52. Félix Candela, "La explosión demográfica", *Arquitectura*, núm. 145, ene. 1971, Madrid, pp. 24-30.

Chicago, para sumarse a su cuerpo académico como *full professor*, razón por la que trasladó su residencia a los Estados Unidos.

Durante el periodo de 1970 a 1996, reproducciones y noticias predominaron en los impresos sobre Candela. Entre ellos, hay artículos y libros de quienes trabajaron cascarones de manera cercana con él como Juan Antonio Tonda y Alberto González Pozo.

Cabe destacar que el libro *Cascarones de Concreto*, de Juan Antonio Tonda (1985), se considera uno de los compendios de cálculo y análisis más completos sobre este tipo de estructuras.[20] Tonda documentó su experiencia laboral con el maestro e hizo hincapié en las estructuras fundamentales para comprender desarrollos posteriores: las superficies de curvatura simple y losas dobladas. Esta fuente es sumamente enriquecedora pues, si recordamos, Candela envió muchos de sus textos especializados al American Concrete Institute por lo que se limitaba su difusión entre un público más amplio. De cualquier forma, el experto participó en revistas nacionales con un enfoque dirigido a la ingeniería y la construcción.

Reflexión final

Al comparar las publicaciones sobre la vida y obra de Félix Candela con aquellas referentes a los métodos de cálculo de sus estructuras, es claro que las últimas tienen una proporción bastante menor. Por fortuna, los estudios recientes de sus seguidores y especialistas poco a poco han ido equilibrando la información al respecto.

Además de estos documentos, el legado se ha enriquecido y preservado gracias a los archivos de tres universidades: Universidad de Columbia en Nueva York (Félix Candela Arcchitectural Records and Papers, Dept. of Drawings and Archives, Avery Library), Universidad de Princeton en Nueva Jersey (Félix & Dorothy Candela Archive) y la Universidad Nacional Autónoma de México (Archivo de Arquitectos Mexicanos, Facultad de Arquitectura, UNAM). Estos acervos brindan la oportunidad de explicar otra versión de la historia y generar material para nuevas investigaciones.

Finalmente, la docencia de Félix Candela, Juan Antonio Tonda, Fernando López Carmona, Alberto González Pozo y José Luis Rincón, entre pocos más, continuó la enseñanza de estas estructuras ligeras, labor fundamental para las generaciones posteriores. La intención, al igual que al principio, no es solucionar todo con este sistema, sino ofrecer al estudiante conceptos de análisis y criterios prácticos y, sobre todo, un dejo de intuición para crear y formular soluciones propias.

El interés por los cascarones de concreto sigue vigente y en aumento gracias a las actividades recientes de conservación y restauración. Las nuevas tecnologías también han contribuido con análisis cada vez más elaborados para la construcción y desarrollo de estructuras resistentes por forma.

Las consideraciones y planteamientos de este tipo de estructuras, consolidadas a mediados del siglo XX, fueron fundamentales en la historia de la construcción. Félix Candela tomó la batuta como portavoz, creador y divulgador de estas ideas; al cometido se sumaron las capacidades de arquitectos emprendedores quienes buscaron nuevas expresiones acordes con su momento histórico.

[20] Juan Antonio Tonda, *Cascarones de concreto*, México, UAM-A, 1985.

Bibliografía

Arts & Architecture, "Concrete Structures: Félix Candela", vol. 75, núm. 10, oct. 1958, California.

_____, "Candela: The Shell Builder", vol. 80, núm. 12, dic. 1963, California.

Architectural Forum, "México", vol. 3, núm. 97, 1952, Nueva York, pp. 99-119.

Buschiazzo, Félix, *Félix Candela*, Buenos Aires, Inst. de Arte Americano e Inv. Estéticas, 1961.

Candela, Félix, "Los cascarones de concreto armado como solución constructiva del problema de cubierta", Conferencia en la Sociedad de Arquitectos Mexicanos, Ciudad de México, 23 de nov. 1950 En Juan Ignacio del Cueto (ed.), *Félix Candela 1910-2010*, catálogo de exposición, Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 2010, pp. 263-285.

_____, "Las cubiertas laminares en la arquitectura industrial", *Espacios*, núm. 7, jun. 1951, México, pp. 95-110.

_____, "Simple Concrete Shells", *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 48, núm.12, dic. 1951, Detroit, pp. 321-331.

_____, "Skew Shell Utilized in Unusual Roof", *Journal of American Concrete Institute*, vol. 49, núm. 3, mar. 1953, Detroit, pp. 657-664.

_____, "Structural Applications of Hyperbolic Paraboloidical Shells", *Journal of American Concrete Institute*, vol. 51, núm. 1, ene. 1955, Detroit, pp. 397-416.

_____, "General Formulas for Membrane Stresses in Hyperbolic Paraboloidical Shells", *Journal of American Concrete Institute*, vol. 57, núm. 10, oct. 1960, Detroit, pp. 352-372.

_____, "Folded Hypar Shells", *Journal of American Concrete Institute*, núm. 28, abr. 1970, Detroit, pp. 167-184.

_____, "Hacia una nueva filosofía de las estructuras", *Revista Ingeniería*, vol. 25, núm. 2, jul. 1952.

_____, "Una pequeña demostración práctica de la validez de la teoría de la membrana", *Revista Ingeniería*, vol. 24, núm.5, mar. 1952.

_____, "Fórmulas generales para el cálculo de esfuerzo en cascarones paraboloide-hiperbólicos", *Revista Ingeniería*, vol. 30, núm. 2, abr. 1960.

_____, "Estereostructuras", *Espacios*, núm. 17, 1953, México, pp. 111-122.

_____, "Understanding the Hyperbolic Paraboloid", *Architectural Record*, vol. 123, núm. 7, jul. 1958, Nueva York, pp. 191-195.

_____, "Understanding the Hyperbolic Paraboloid: Part II", *Architectural Record*, vol. 124, núm. 2, ago. 1958, Nueva York, pp. 205-207, 215.

_____, "Arquitectura y estructuralismo", *Arquitectos de México*, núm 21, ene. 1964, pp. 38-47.

_____, "Arquitectura y estructuralismo", *Arquitectura*, núm. 59, nov. 1963, Madrid, pp. 17-24.

_____, "El escándalo de la ópera de Sidney", *Arquitectura México*, núm. 98, jul. 1967, México, pp. 103-110.

_____, "El arquitecto del futuro", *Arquitectura*, núm. 130, oct. 1969, Madrid, pp. 48-52.

_____, "La explosión demográfica", *Arquitectura*, núm. 145, ene. 1971, Madrid, pp. 24-30.

_____, *En defensa del formalismo y otros escritos*, Bilbao, Xarait Ediciones, 1985.

Cetto, Max L., *Moderne Architektur in Mexiko*, Stuttgart, Verlag Hatje, 1961.

_____, *Modern Architecture in Mexico*, trad. D.Q. Stephenson, Nueva York, Praeger, 1961.

Del Cueto, Juan Ignacio (ed.), *Félix Candela 1910-2010*, Madrid, Ministerio de Cultura, 2010.

_____, *Guía Candela*, México, Arquine/FA-UNAM/INBA/UAEM, 2013.

Faber, Colin, *Las estructuras de Candela*, México, Compañía Editorial Continental, 1970.

Nagel, Vanessa, "México exporta: la arquitectura moderna en las revistas europeas y norteamericanas (1950-1970)", tesis de Doctorado en Arquitectura, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 2013.

Rivera, Ruth (ed.), *Cuadernos de Arquitectura INBA 2*, México, INBA, 1961.

Tonda, Juan Antonio, *Cascarones de concreto*, México, UAM-Azcapotzalco, 1985.

Otros constructores de cascarones del exilio español: Ovidio Botella y Óscar Coll

José Manuel Rosales Mendoza

Introducción

La comunidad de arquitectos españoles desplazados durante el exilio republicano español llegó a México pertrechada con saberes, experiencias, ingenio, ilusiones y esperanzas. En estas tierras, la mayoría encontró una región propicia para desarrollar su profesión y aportar diseños novedosos al ámbito arquitectónico. Este trabajo rastrea la prolífica trayectoria de los arquitectos refugiados Ovidio Botella Pastor y Óscar Coll Alas, quienes exploraron el potencial técnico, formal y expresivo de las estructuras laminares de concreto armado en algunas de las obras que edificaron en este país.

Su desempeño ha sido poco analizado en la bibliografía sobre el exilio republicano español. Por desventura, en la historia de la arquitectura mexicana del siglo xx hay aún menos registros. El título *Ciencia española en el exilio* de Francisco Giral menciona con brevedad la actividad de ambos profesionales y reconoce su capacidad como calculistas. Virgilio Botella Pastor, literato, abogado y hermano del arquitecto, narra también de modo sucinto múltiples peripecias de Ovidio Botella durante la Guerra Civil Española, en el libro *Entre memorias. Las finanzas del gobierno republicano español en el exilio*, y el periodista Francisco Agramunt Lacruz resume la trayectoria del arquitecto al servicio del ejército republicano en el texto *Arte en las alambradas. Artistas españoles en campos de concentración, exterminio y gulags*.[1] Por otra parte, las contribuciones arquitectónicas de Ovidio Botella y Óscar Coll en sus años de exilio han quedado recogidas en los trabajos de Bernardo Giner de los Ríos, Juan Ignacio del Cueto y Henry Vicente.[2]

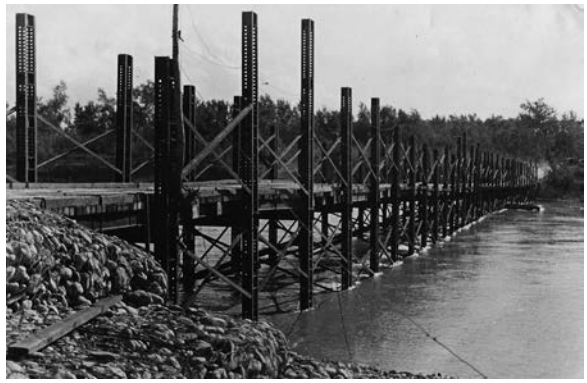
[1] Francisco Giral, *Ciencia española en el exilio (1939-1989)*, Madrid, Anthropos, 1994, pp. 370-371. Virgilio Botella Pastor, *Entre memorias. Las finanzas del gobierno republicano en el exilio*, Sevilla, Ed. Renacimiento, 2002. Francisco Agramunt Lacruz, *Arte en las alambradas. Artistas españoles en campos de concentración, exterminio y gulags*, Valencia, Universidad de Valencia, 2016, pp. 122-124.

[2] Bernardo Giner de los Ríos, *50 Años de arquitectura española*, Madrid, Adir, 1980 (1ª. ed. 1951). Juan Ignacio del Cueto presentó en 1996 su tesis doctoral Arquitectos españoles exiliados en México (ETSAB-UPC) que años después fue convertida en libro (UNAM/Bonilla Artigas Editores, 2014). Y dos magníficas exposiciones que fueron recogidas en sendas publicaciones: Henry Vicente Garrido (ed.), *Arquitecturas desplazadas. Arquitecturas del exilio español*, Madrid, Ministerio de Vivienda, 2007; y Juan Ignacio del Cueto, *Presencia del exilio español en la arquitectura mexicana*, México, UNAM, 2015.

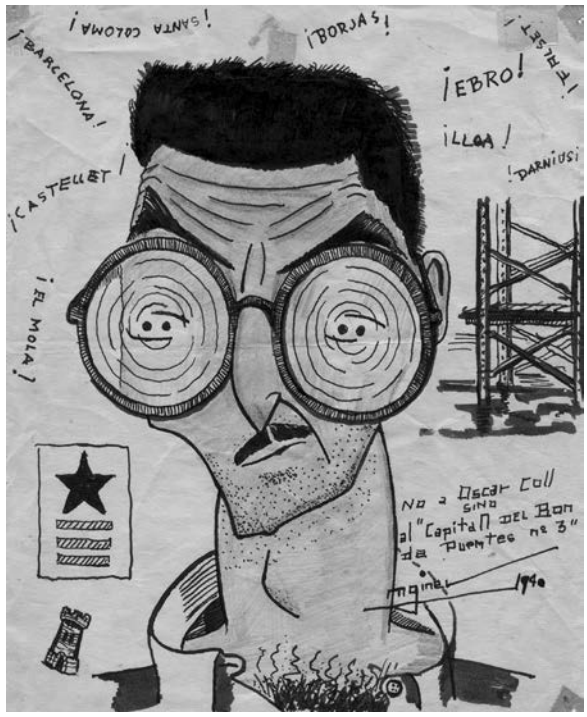
Ovidio Botella nació en Alcoy, Alicante el 7 de febrero de 1909, en una familia de abogados. Estudió arquitectura en Madrid y tuvo una importante labor como activista en su etapa estudiantil. Por su parte, el alumbramiento de Óscar Coll sucedió en Oviedo, Asturias, en el mismo año de 1909; perteneció de igual modo a una estirpe de juristas, cursó arquitectura en Madrid y participó en la política estudiantil, la cual lo condujo a afiliarse al Partido Comunista de España. Durante su periodo universitario, Ovidio Botella y Óscar Coll se conocieron y emprendieron una prolongada amistad.

Ambos tuvieron varios hermanos; radicaron y estudiaron en un lugar distinto al de su nacimiento. En sus primeros años de juventud, se desenvolvieron en un entorno cultural fértil,[3] cobijado por las instituciones educativas que impulsaron el ambiente intelectual en España. Tanto Coll como Botella recibieron la crianza de progenitores de clase media, con un fuerte compromiso político-democrático, se graduaron durante la Segunda República Española e iniciaron su carrera profesional en dependencias del gobierno.

Óscar Coll inició su ejercicio profesional en la alcaldía de Gandía, Alicante, mientras que Ovidio Botella lo hizo como arquitecto de la Oficina Técnica de Construcción de Escuelas, del Ministerio de Instrucción Pública, dirigido por Antonio Flórez.[4] Pocos datos se tienen sobre obras o proyectos suyos cuando aún residían en España. Se sabe que Botella presentó en colaboración con el arquitecto Lorenzo Monclus un anteproyecto de trazo racionalista para el diseño y construcción de la Facultad de Ciencias de Oviedo, que no llegó a edificarse.[5]



Puente armable diseñado por Ovidio Botella durante la Batalla del Ebro, agosto de 1938. Foto: Archivo familiar Botella Campos.



Caricatura de Óscar Coll como capitán del Batallón de Puentes núm. 3, durante la Batalla del Ebro, realizada por Manuel Giner en 1940, con un detalle de los puentes diseñados por Ovidio Botella. Imagen: Archivo familiar Coll Lebedeff.

[3] Mercedes Samaniego, *La política educativa durante la Segunda República durante el Bienio Azañista*, Madrid, Escuela de Historia Moderna-CSIC, 1977.

[4] Antonio Flórez fue el arquitecto encargado de sistematizar el diseño y construcción de escuelas en la España de comienzos del siglo XX.

[5] Ana Quijada Espina y Sara Vásquez-Canónico, *Bienes culturales de la Universidad de Oviedo*, Gijón, Univ. de Oviedo, 2004, p. 110.

Los dos arquitectos eran muy jóvenes cuando comenzó la guerra civil y con ánimo voluntario se enlistaron en el quinto regimiento del cuerpo de ingenieros y zapadores de la Segunda República Española. Ovidio Botella fue nombrado teniente coronel de operaciones y Óscar Coll capitán de ingenieros. En esta difícil circunstancia de guerra, Botella y Coll se reencontraron y lucharon juntos; hacia el final de la contienda participaron en la batalla del río Ebro, en la que Botella diseñó los puentes que permitieron el cruce de refuerzos y suministros para el ejército popular. El reto no fue fácil, pues implicó establecer un sistema de montaje y desmontaje veloz de los puentes, calcular la resistencia necesaria para soportar vehículos motorizados y colocar puentes falsos que fungieran como señuelo, ya que sufrían el bombardeo franquista constante. Durante el retiro republicano, Botella ordenó la detonación de los explosivos almacenados en el Castillo de Figueras, en Cataluña; evitó así que los artefactos militares cayeran en manos del ejército fascista.

Ante la inminente y funesta represalia que se avecinaba sobre los militantes del bando republicano, ambos arquitectos emprendieron el éxodo hacia Francia junto a medio millón de ciudadanos españoles. Botella recibió el nombramiento de jefe del campo de refugiados número 16, en Saint Cyprien, donde coordinó actividades administrativas a favor de sus compatriotas expatriados. Coll estuvo retenido en el campo de refugiados de Argelès-sur-Mer y colaboró, en la medida de lo posible, con los organismos de ayuda a los refugiados españoles.

Los dos pudieron salir de Francia antes de la ocupación nazi. Botella y su familia navegaron hacia Veracruz a bordo del *Flandre*; recién llegado, formó parte de la Unión Mexicana de Constructores, compañía fundada por refugiados españoles en 1939, y tuvo cierta relación con la Colonia Santa Clara.[6] Por su parte, Coll se embarcó rumbo a República Dominicana, donde viviría antes de llegar a México, en 1941; más tarde viajó a Morelia donde efectuó las obras de remodelación y ampliación del Hotel Virrey de Mendoza, en el centro de la capital michoacana, apegándose a la imagen colonial del inmueble precedente.

Arquitecturas de Coll y Botella

En 1940 Ovidio Botella fundó su compañía constructora: Técnicos Asociados S.A., mejor conocida como TASA, que tuvo gran éxito desde su fundación, principalmente en el ramo de la arquitectura industrial. Allí trabajaron sus colegas Roberto Fernández Balbuena y Juan Rivaud, también exiliados. Entre sus primeras obras pueden mencionarse la fábrica de Chocolates Larín, la intervención en Lechería Nacional, la clínica Sayrols, en la capital y el Rancho Cortés, en Cuernavaca, Morelos,[7] además de su participación en el concurso para la Casa de España en México, publicado en la prestigiosa revista *Arquitectura México* que dirigía Mario Pani.[8] Después siguieron otros trabajos entre los que destacan la embotelladora de refrescos Canadá Dry (1945), la planta de Ingram Laboratorios de México (1946) y el complejo industrial para la Constructora Nacional de Carros de Ferrocarril (1953) en Ciudad Sahagún, Hidalgo.

Por su parte, Óscar Coll se asoció en 1945 con Tomás Auñón, con quien había coincidido

[6] José Manuel Rosales Mendoza, "La comunidad arquitectónica del exilio español. Arquitectos, ingenieros, aparejadores, técnicos y constructores del destierro republicano", Morelia, Tesis de Doctorado en Historia, UMSNH, 2014, p. 275.

[7] Entrevista al ingeniero Ovidio Botella Campos, dic. 2017.

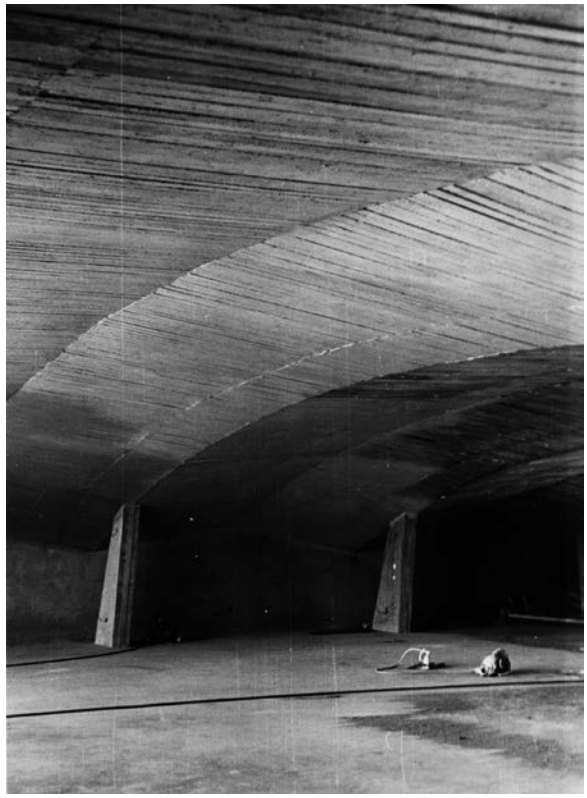
[8] José Luis Cuevas, “Concurso para la Casa de España en México”, *Arquitectura México*, núm.5, abril de 1940, México, p. 29.

Óscar Coll, casa del doctor Wenceslao Dutrem, Cuernavaca, Morelos, 1961. Foto: Archivo familiar Coll Lebedeff.

en República Dominicana.[9] En el inicio, construyeron arquitectura habitacional, locales comerciales y el restaurante Lady Baltimore, en el centro de la Ciudad de México. En 1951, los socios se mudaron a Matamoros, Tamaulipas, donde realizaron algunos proyectos. Coll volvió a la capital en 1952 tras sufrir algunos problemas oculares y, finalmente, por prescripción médica, se estableció en Cuernavaca, donde construyó una buena cantidad de proyectos en sociedad con el ingeniero Enrique Campesino.

El traslado de Coll a Cuernavaca fue fructífero pues fue uno de los fundadores de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y mantuvo contacto con lo más granado de la intelectualidad tanto mexicana como extranjera que solía pasar periodos de descanso en "la ciudad de la eterna primavera". Solo por citar algunos ejemplos, en aquellos años hizo proyectos

[9] Antes de llegar a México, Tomás Auñón vivió varios años en Santo Domingo (en ese entonces Ciudad Trujillo) donde hizo varias obras importantes. Para mayor información, ver J. I. del Cueto, *op. cit.*



Óscar Coll, cubierta de edificio industrial en Cuernavaca. Foto: Archivo familiar Coll Lebedeff.

para el químico farmacéutico Francisco Giral y el médico Wenceslao Dutrem (miembros del exilio español), para Guillermo Orfila, director de la editorial Siglo XXI, y para el famoso psicoanalista alemán Erich Fromm. A la lista se suman otros migrantes de origen centroeuropeo para quienes construyó residencias de fin de semana.

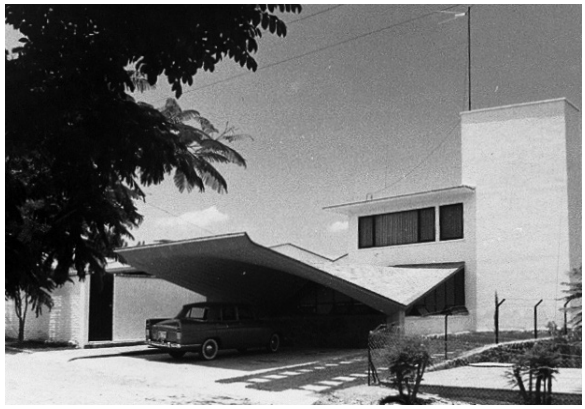
Es patente el conocimiento técnico de Coll sobre el comportamiento y cálculo de estructuras de concreto, que aplicó en sus proyectos de arquitectura industrial.[10] Explicó el modo en que los cascarones permitían adelgazar el espesor de la cubierta, resolver los esfuerzos diagonales y disponer con amplitud el armado

[10] La famosa revista *Ciencia*, altamente especializada e impulsada por los científicos del exilio, anunció en 1940-41 que publicaría un artículo relacionado con el hormigón vibrado de la autoría de Óscar Coll. Sin embargo, el artículo no se ha localizado.

Óscar Coll, casas de fin de semana en Cuernavaca. Foto: Archivo familiar Coll Lebedeff.

del acero, de tal manera que la supresión de vigas de borde y columnas de apoyo llevaría al ahorro de trabajo y tiempo de edificación en un 20%. Además, discurrió acerca del agradable e interesante movimiento que genera su geometría en este tipo de cubiertas.

No hay registros suficientes sobre los proyectos de Coll en Cuernavaca. Sin embargo, es notorio que se mantuvo fiel a las ideas arquitectónicas de su formación: esa racionalidad propia de la llegada del funcionalismo a España. En sus trabajos destaca una interesante y constante relación del edificio con el exterior, siempre integrados por pasajes de transición semiabiertos, terrazas, balcones y vistas panorámicas de las habitaciones al jardín. Su distribución de áreas fue sobria. Aunque permitía cierta amplitud de espacios, privilegió la proporción funcional evitando los excesos, prefirió

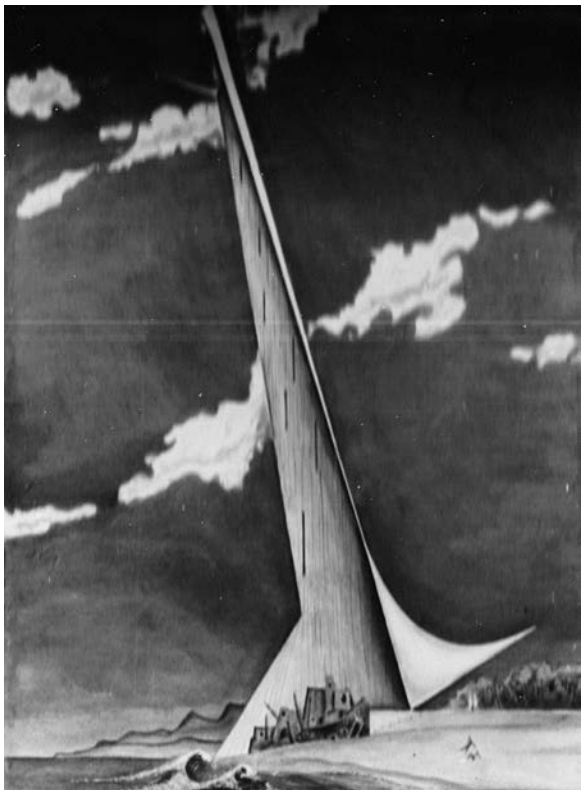


Óscar Coll, cochera de casa en Cuernavaca. Foto: Archivo familiar Coll Lebedeff.

el acceso frontal o semifrontal, la separación clara entre lo público y lo privado, el uso del vestíbulo, las terrazas ajardinadas, y los ejes de ortogonalidad estricta. Los ventanales generosos, los aleros extendidos, el contraste entre superficies lisas, muros de contención, y arriates de piedra de la región forman parte del lenguaje arquitectónico de Coll.

Justo en las residencias campestres y los departamentos de fin de semana, Óscar Coll empleó las cubiertas laminares de concreto armado en la arquitectura habitacional. Sobre todo, dispuso pequeños cascarones para cubrir cocheras y terrazas con aleros. En algunos casos, las variaciones del paraboloide hiperbólico techaban la sala y se extendían sobre el garaje. En otras ocasiones, tales variantes formaban paraguas consecutivos como cobertizo de pórticos y espacios de transición los cuales generan esa imagen de ondas fascinantes, característica de los paraboloides.

En el proyecto para la familia Lewinberg, el propio Coll señaló que a fin de acentuar la vista panorámica de 180° resultó imprescindible crear un porche sin columnas intermedias. Para ello, utilizó un paraboloide hiperbólico que se incorporaba en equilibrio al techo del



Óscar Coll, concurso para el monumento a la Victoria de Playa Girón, Cuba. Foto: Archivo familiar Coll Lebedeff.

salón principal.[11] Óscar Coll desarrolló otros paraboloides hiperbólicos en el porche de la casa Rimoch, la chimenea conoide-elíptica de la casa Greatz, y el proyecto para el concurso del monumento a Playa Girón, en Cuba, donde propuso una enorme y grácil escultura alabeada de concreto.

Para principios de los años cincuenta la actividad de TASA, la empresa de Ovidio Botella, era intensa: alzaron obra pública y privada en distintos puntos del país, y se especializaron en zonas hospitalarias, laboratorios y naves industriales.[12] En los dos últimos géneros, el arquitecto alicantino utilizó cascarones

Ovidio Botella (TASA), bodegas en la planta industrial Colgate-Palmolive. Foto: Archivo familiar Botella Campos.

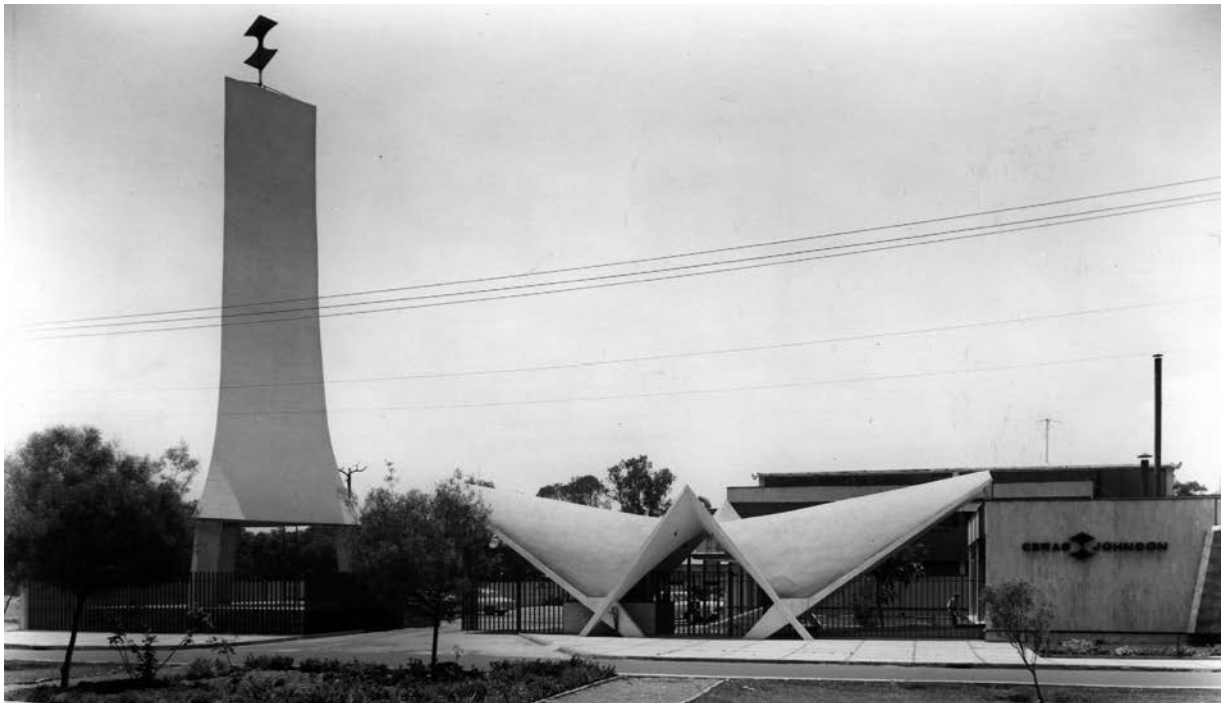
de concreto: experimentó de manera temprana con superficies ligeras y regladas de doble curvatura en las bodegas y talleres de la planta Colgate-Palmolive, ubicada en Presa de la Angostura 225 (Ciudad de México, 1944).[13] La ejecución de estos edificios implicó un alto grado de dificultad. En primer lugar, la supervisión general de la calidad de obra era mayúscula; en segundo término, porque se trató de trabajos de largo aliento, ya que TASA realizó por lo menos siete contratos para Colgate-Palmolive. TASA no se especializó en cascarones de concreto armado, sin embargo, aplicó este tipo de cubiertas en varios proyectos.

Para cubrir la gran nave industrial del área de talleres y bodegas, se construyeron dos enormes bóvedas paralelas de cañón corrido, construidas en concreto armado. El eje longitudinal se apoyó en un sistema de trabes y columnas, mientras el sentido transversal tuvo refuerzo mediante tensores metálicos colocados cada 4 m. Destacan en este proyecto la geometría elíptica que luce en el perfil de ambas bóvedas, así como su notoria

[11] Documento técnico redactado por Óscar Coll, referente a los proyectos realizados en Cuernavaca. Archivo de Arquitectos Españoles Exiliados (AAEE) de Juan Ignacio del Cueto.

[12] Un primer listado de las obras construidas por TASA fue publicado en: Manuel García, *Exiliados. La emigración cultural valenciana (Siglos XVI-XX)*, Valencia, Consejería de Cultura, 1995.

[13] Algunos registros relacionados con este proyecto se encuentran en: Irene Elena Motts, *La vida de la ciudad de México en las primeras décadas de siglo XX*, México, Porrúa, 1973.



Ovidio Botella (TASA), acceso a planta industrial Ceras Johnson. Foto: Archivo familiar Botella Campos.

Ovidio Botella (TASA), talleres industriales El León. Foto: Archivo familiar Botella Campos.

ligereza. Dicha solución permitió techar un claro cercano a 20 x 60 m, con una sola fila de apoyos intermedios, donde descansaban y se unían ambos cascarones. El conjunto Colgate-Palmolive comenzó a ser demolido en el año 2014, para edificar la nueva sede de la embajada de los Estados Unidos en México.

En 1962, TASA empezó a construir la fábrica de ceras Johnson, en la colonia Industrial Vallejo, con proyecto de los arquitectos Alejandro Prieto y Eduardo Manzanares. En este edificio, el acceso al conjunto se jerarquizó por medio de un pequeño paraboloide hiperbólico de formas alargadas. Los cascarones de concreto también se utilizaron en el tanque de agua y en algunas cubiertas de las naves industriales.

En la misma época, Botella edificó fábricas en el fraccionamiento industrial Alce Blanco, en Naucalpan, Estado de México. De nueva cuenta, optó por la construcción de bóvedas elípticas de cañón corrido, dispuestas de manera transversal al volumen principal. El esquema dio como resultado una variación de los famosos techos en diente de sierra. Durante la década anterior dichos cielos ganaron aceptación en el gremio de la construcción por su cualidad principal de dirigir el paso de luz y ventilación natural hacia las enormes áreas de taller. Lo mismo ocurrió con los obrajes El León, cuyas ligeras bóvedas elípticas y apoyos oblicuos en "V" merecieron reseña en *Arquitectura México*. El proyecto también contempló la

Ovidio Botella (TASA), bodegas para la planta industrial Círculo Perfecto, con cimbras móviles. Foto: Archivo familiar Botella Campos.

construcción de cascarones cilíndricos en flexión de concreto armado unidos por el canto. La revista dice que la membrana de concreto solucionó techar una sala de máquinas de 42 x 30 m con un mínimo de apoyos. El propio Botella señaló que la decisión de emplear cascarones fue posible porque se diseñó un sistema de cimbra móvil que ahorraba costos y tiempos. Finalmente, el inmueble tuvo seis cascarones de 5 cm de espesor. La explicación de Ovidio Botella para *Arquitectura México* deja de manifiesto su conocimiento sobre el sistema estructural aludido y la creatividad con que lo empleaba.[14]

En 1963, Ovidio Botella concibió nuevos cascarones de concreto para la planta industrial Círculo Perfecto. Los mantos del conjunto formaron una bóveda de pañuelo y funcionaron como un sistema modular. La sucesión de

Ovidio Botella (TASA), marquesina en zona de carga y descarga, fábrica de cosméticos Avon. Foto: AfBC.

Ovidio Botella (TASA), paraguas en las gradas del estadio de la Unidad de Servicios Sociales del IMSS, Zacatepec, Morelos. Foto: AfBC.

[14] Ovidio Botella Pastor, "Sala de máquinas de una fábrica", *Arquitectura México*, núm. 58, jun. 1957, México, pp. 72-74.

patrones abarcó la enorme área de máquinas y talleres con una cantidad mínima de apoyos intermedios. En este, como en otros trabajos, el equipo de TASA diseñó sistemas de cimbras móviles para colar grandes superficies en un tiempo breve y con desperdicio mínimo de madera.

El arquitecto Botella recurrió a las superficies alabeadas de manera pragmática, es decir, cuando estas soluciones favorecían costos, tiempos y resultados eficientes en la arquitectura industrial. Por aquellos años, desarrolló algunos análisis sobre el comportamiento estructural de los cascarones de concreto. Así lo muestran ciertas notas y libros de su acervo personal bajo el resguardo del archivo familiar Botella Campos. No sorprende la visión práctica con la cual Botella edificó cascarones, pues cabe recordar que TASA tuvo por especialidad proyectos de cálculo estructural más que arquitectónicos. Además, el arquitecto fue siempre un apasionado de las matemáticas.[15] Entre algunos elementos resueltos con paraboloides hiperbólicos se pueden destacar las marquesinas de la fábrica de cosméticos Avon (Ciudad de México, 1963-70) del arquitecto Alejandro Prieto quien, siendo Jefe de Proyectos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) entre 1958 y 1964, encargó a Botella la construcción de varias clínicas y centros sociales donde fue habitual el uso de cascarones de concreto inspirados en los de Félix Candela, entre los que cabe destacar los paraguas para protección de espectadores, en las gradas de los estadios del Centro Vacacional Oaxtepec y de la Unidad de Servicios Sociales, en Zacatepec, ambos en el estado de Morelos.

[15] En la biblioteca personal de Ovidio Botella se encontraban textos como: L. Issenmann Pilarski, *Cálculo de cascarones de concreto armado*, editado por primera ocasión en 1952, en cuya traducción al español participó Félix Candela.

Reflexiones finales

El exilio republicano español trajo consigo un conjunto de saberes aplicados, potencializados y mejorados en territorio mexicano. Estos conocimientos incluyeron el dominio parcial de la técnica de diseño y construcción de los cascarones de concreto armado, ampliamente difundida por Félix Candela, y que también tuvo como representantes a los arquitectos Óscar Coll y Ovidio Botella. Ambos profesionales vivieron difíciles circunstancias de guerra y exilio, condiciones que pudieron sortear, reincorporándose con creatividad al ámbito arquitectónico.

La evolución de los cascarones de concreto armado puede entenderse como un proceso compartido entre España y México. Por un lado, el mejoramiento de las instituciones educativas de la España pre-republicana generó un sólido soporte teórico-matemático que a la postre facilitó la comprensión del sistema de cálculo de láminas de concreto armado. Por otra parte, el impulso y auge económico de la arquitectura moderna en México favoreció que Coll y Botella comprendieran a fondo la técnica de construcción y el uso formal de los cascarones de concreto. Los dos arquitectos exploraron tanto el potencial formal y expresivo de dichas cubiertas como su viabilidad práctica y económica. Gracias a estas cualidades fue posible techar enormes superficies industriales de manera rápida y eficiente.

Lo cascarones de Coll y Botella muestran gran calidad técnica y compositiva. Sin embargo, la trayectoria de ambos arquitectos es menos visible que la de Félix Candela, quien dio a conocer los cascarones a nivel mundial. Aún

queda pendiente la tarea de ampliar las biografías, documentar el desarrollo profesional y entender el significado de las creaciones de Óscar Coll Alas y Ovidio Botella Pastor.

Bibliografía

Alameda, José, Fernando Benítez, Raúl Cardiel Reyes *et. al*., *El exilio español en México*, México, FCE, 1982.

Agramunt Lacruz, Francisco, *Arte en las alambradas. Artistas españoles en campos de concentración, exterminio y gulags*, Valencia, Universidad de Valencia, 2016.

Botella Pastor, Ovidio, "Sala de máquinas de una fábrica", *Arquitectura México*, núm. 58, jun. 1957, México.

_____, *Entre memorias. Las finanzas del gobierno republicano en el exilio*, Sevilla, Renacimiento, 2002.

Cabañas Bravo, Miguel, *Rodríguez Luna, el pintor del exilio republicano español*, Madrid, Consejo Superior de Investigación Científica, 2005.

Cuevas, José Luis, "Concurso para la Casa de España en México", *Arquitectura México*, núm. 5, abril 1940, México.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, *Arquitectos españoles exiliados en México*, México, Bonilla Artigas Editores/UNAM/INBA, 2014.

García, Manuel, *Exiliados. La emigración cultural valenciana (Siglos XVI-XX)*, Valencia, Consejería de Cultura, 1995.

Giner de los Ríos, Bernardo, *50 Años de arquitectura española*, Madrid, Adir, 1980.

Giral, Francisco, *Ciencia española en el exilio (1939-1989)*, Madrid, Anthropos, 1994.

Girona, Albert y Fernanda Mancebo, *El exilio valenciano en América. Obra y Memoria*, Universidad de Valencia, Valencia, 1995.

González Ibáñez, Carlos y Antonio Santamaría, *Física y química en la colonia de los Chopos*, Madrid, CSIC, 2009.

Motts, Elena, *La vida de la ciudad de México en las primeras décadas de siglo XX*, México, Porrúa, 1973.

Quijada Espina, Ana y Sara Vásquez-Canónico, *Bienes culturales de la Universidad de Oviedo*, Gijón, Universidad de Oviedo, 2004.

Rosales Mendoza, José Manuel, "La comunidad arquitectónica del exilio español. Arquitectos, ingenieros, aparejadores, técnicos y constructores del destierro republicano", Tesis de Doctorado en Historia, Morelia, UMSNH, 2014.

Sáenz de la Calzada, Arturo, "La arquitectura del exilio", en José Luis Abellán (dir.), *El exilio español de 1939*, Madrid, Taurus, 1977.

Samaniego, Mercedes, *La política educativa en la Segunda República, durante el Bienio Azañista*, Madrid, Escuela de Historia Moderna-CSIC, 1977.

Sánchez Cuervo, Antolín y Francisco Abad, *Las huellas del exilio. Expresiones culturales de la España peregrina*, Madrid, Tébar, 2008.

Seguí Buenaventura, Miguel, *Emilio Pérez Piñeiro. Un dialogo imaginal*, Madrid, Rueda, 2004.

Serrano Migallón, Fernando, *La inteligencia peregrina. Legado de los intelectuales del exilio republicano español en México*, México, SEP, 2006.

Archivos

AAEE Archivo de Arquitectos Españoles Exiliados,- de Juan Ignacio del Cueto

AfBC Archivo familiar Botella Campos

AfCL Archivo familiar Coll Lebedeff

Cubiertas Ala del Norte. La evanescente estela de Félix Candela en Monterrey

Víctor Cavazos Pérez

La segunda mitad del siglo xx vio nacer una segunda generación de empresarios regiomontanos formados con la visión e innovación para consolidar las empresas de sus ancestros y emprender nuevas, reimpulsando la fama de la ciudad de Monterrey al calor de una nueva época de posibilidades tecnológicas, productos, servicios y clientes consumidores.[1] En esos años el rápido crecimiento demográfico demandó que se construyeran, a gran velocidad y menor costo, centros educativos, restaurantes, clínicas, iglesias, universidades, gasolineras, fraccionamientos habitacionales, parques, mercados, galerías de automóviles y muebles, entre otras necesidades arquitectónicas y urbanas por resolver.

En el mismo contexto se requería solucionar con practicidad las funciones de los edificios con las cualidades de la arquitectura moderna como versatilidad utilitaria, amplitud, higiene, rapidez constructiva y economía. Al contar Monterrey con productores consolidados de cemento, acero, vidrio y ladrillo, la industria de la construcción transformó el perfil urbano en Monterrey con tecnologías constructivas de nueva generación como el concreto reforzado con acero; esto abrió un abanico de posibilidades estructurales que dejaron huella en la arquitectura local.[2]

Una misma ecuación y múltiples variables

La alianza establecida entre los hermanos Javier y Fernando García Sánchez Narro (ingeniero y arquitecto, respectivamente) con Félix Candela hizo posible que, entre 1955 y 1965, los cascarones de concreto se desplantaran por cientos en el área metropolitana de Monterrey. La constructora de Candela, Cubiertas Ala, inicialmente promocionó sus techumbres para la solución de arquitectura industrial, mientras que su filial regiomontana, Cubiertas Ala del Norte, desde su emprendimiento utilizó los modelos constructivos del cascarón de concreto para la cobertura tanto de iglesias

[1] La primera generación de industriales y empresarios regiomontanos corresponde a gente de la localidad e inmigrantes, quienes, en conjunto, fundaron la Fábrica de hilados y tejidos La Leona (1874), Cervecería Cuauhtémoc (1890), Compañía Manufacturera de Ladrillos de Monterrey (1890), ASARCO (1899), Fundidora Monterrey (1900), Cementos Hidalgo (1906) y Vidriera Monterrey (1909).

[2] Algunos edificios construidos en Monterrey bajo el funcional esquema de la arquitectura moderna fueron la basílica de La Purísima (1946), el Campus del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (1947), La Universidad Labastida (1951) y el Condominio Acero (1959).

Anuncio de Cubiertas Ala del Norte en una obra, Monterrey, Nuevo León. Foto: Colección Fernando García S. Narro.

como de naves industriales, centros escolares y hasta viviendas económicas y residenciales.

Esta empresa constructora estaba ubicada en la avenida Venustiano Carranza 762, sur de Monterrey, Nuevo León. En una entrevista reciente con el arquitecto Fernando García S. Narro, nacido en Monterrey en 1928,[3] se habló del convenio establecido en el año 1955 con Félix Candela, que consistía en pagar al arquitecto hispanomexicano el 2% del costo de construcción de cada cascarón de concreto y no de la obra total, mismos cascarones que serían calculados estructuralmente en la Ciudad de México y edificados, bajo sus especificaciones técnicas, en Monterrey por los hermanos García S. Narro.

El Fondo Félix Candela, del Archivo de Arquitectos Mexicanos de la UNAM (AAM) resguarda un plano cuyo título es "Plano estructural de la cubierta; iglesia con paraboloides de 7 por 8 m, Monterrey N. L." M56/6 [*sic*.]. En este se representa una planta estructural, a base de tres módulos rectangulares de 8 m de frente y 7 m de intercolumnio, reforzados con tirantes de acero diagonales, a la par de la planta se presenta un corte trasversal de extremo a extremo del templo, cuya cubierta se prolonga 50 cm hacia los bordes de toda su periferia. Aunque no se define qué iglesia es, el gráfico corresponde con la iglesia *Mater Admirabilis,* ubicada entre las avenidas Vasconcelos y del Rosario, de San Pedro Garza García, Nuevo León. El templo está cubierto a base de secciones de paraboloides hiperbólicos de borde recto, soportados por cuatro pares de columnas perimetrales. Los cerramientos de los intercolumnios son muros parciales de ladrillo de textura rústica que definen marcos de ventanales. El plano registra fecha de marzo de

[3] Entrevista con el arquitecto Fernando García S. Narro, realizada por el autor, junio 2018.

1956 y su origen es México D. F.[4] Este fue uno de los primeros cascarones construidos por Cubiertas Ala del Norte. La cobertura para la nave de *Mater Admirabilis* es una variante del paraguas resuelto por Félix Candela, en donde las columnas se sitúan en los límites de los espacios a cubrir y mediante secciones de paraboloides hiperbólicos se articulan techumbres simétricas muy delgadas, como esta que tiene 4 cm de espesor.

Este tipo de cascarón favorece una diversidad de formas que hacen casi irreconocible el modelo básico al variar las distancias entre los apoyos y las alturas de estos, así como el mayor o menor despliegue de los tímpanos formados por las cubiertas; véase el caso de la solución dada, dos años más tarde, a la Capilla de Santa Teresita del Niño Jesús para advertir la gran diferencia que puede adoptar una cubierta similar a la de *Mater Admirabilis* al poner en juego las variables antes expuestas.

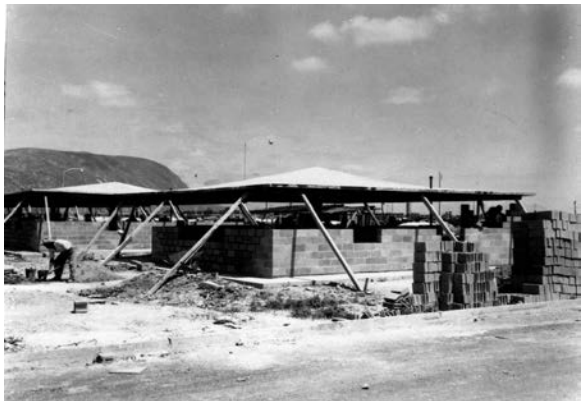
El Archivo Avery, de la Universidad de Columbia, Nueva York, resguarda una carta membretada con el logo de Cubiertas Ala del Norte (s/f),[5] que dirige el ingeniero Javier García S. Narro (1929-2016) a Félix Candela, para informarle que envían fotografías, planos y transparencias de las casas de cascarón de dos y tres recámaras y el informe que se presentó a la Cervecería Cuauhtémoc sobre las casas que hicieron de prueba. Adicionalmente, se remite que adjuntan fotografías del cascarón para los Caballeros de Colón "que será una fuente de sodas, así como una fotografía del tanque de directrices rectas que estamos haciendo para depósito de agua". Mientras el oficio está escrito a máquina, como posdata en letra manuscrita aparece: "espero que usted no tenga inconveniente en el modo cómo hacemos uso de su nombre y emblema", con rúbrica del ingeniero Javier.

"Caballeros de Colón terminan suntuoso edificio" despliega como titular el periódico *El Norte* del día 11 de noviembre del año 1957, la nota sitúa un edificio en la esquina de la avenida Padre Mier en su cruce con la calle Nicolás Bravo, donde una fuente de sodas "moderna y bien acondicionada" sería bendecida por el arzobispo de Monterrey, Doctor Alfonso Espino y Silva (1904-1976) el día 14 de noviembre, como parte del Centro Social Mutualista Vasco de Quiroga.[6] La fotografía que acompaña a la nota confirma que la fuente de sodas fue cubierta con cascarón de concreto, empleando el mismo modelo constructivo del templo *Mater Admirabilis*, salvo que en la fuente de sodas la cubierta laminar se desplegaba sobre columnas perimetrales alternadas, y no pareadas, lo que redituaba en cascarones volados en cantiléver, que favorecían el parcial cerramiento del espacio por muretes de antepecho y amplios ventanales que permitían desde su interior apreciar los jardines del Centro Social.

Un plano estructural resguardado por el AAM-UNAM, con código M56-11, porta el emblema "Cubiertas Ala S.A. de Monterrey, México junio de 1956" y presenta la solución estructural de la cubierta de la fuente de sodas de los Caballeros de Colón, pues se asocia a otro plano, de fecha 9 de julio de 1956, de los arquitectos Ernesto Gómez Gallardo (1917-2012) y Eduardo Padilla (1926-2016) quienes proyectan esquemáticamente la fuente de sodas Vasco

[4] En entrevista con Guadalupe Viesca se explicó que un grupo de damas de esta comunidad reunió los fondos para edificar el templo, mismo que, ya habilitado en su totalidad, fue entregado al arzobispo de Monterrey, Alfonso Espino y Silva.
[5] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University. Box 38C373rr Series V, 2003.027.

[6] Sede del Consejo núm. 2312 de la Orden de los Caballeros de Colón, ubicado en el lugar que ocupara por muchos años el Centro Social Jardines Terpsícore, por compra que hicieron a la familia de Federico T. de la Chica.



Casas de la Colonia Cuauhtémoc en construcción, San Nicolás de los Garza, N.L. Foto: Colección Fernando García S. Narro.

Escuelas del conjunto Cuauhtémoc. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

de Quiroga en planta y elevaciones.[7] La planta de forma rectangular tenía 22x10 m, con tres columnas al fondo y dos columnas al frente de forma ligeramente piramidal y que alternaban alturas entre 3.6 y 2.25 m favoreciendo así la inclinación de las cubiertas de concreto que asemejaban los pliegues de un acordeón.

La carta, ya referida, del ingeniero Javier García S. Narro describe puntualmente el método constructivo para hacer las casas de la Colonia Cuauhtémoc, especificaciones que complementan al plano titulado "Proyecto para cubierta de casa experimental".[8] La techumbre de estas viviendas es similar a una pirámide de planta cuadrangular cuyas dimensiones son 8.80x8.50 m, integrada por cuatro segmentos de paraboloide hiperbólico apoyados sobre una sola columna central de 40x50 cm de sección.[9] El sustento de este paraguas era una zapata piramidal de 1.80 m de profundidad mientras la altura total de la casa alcanzaba los 3.65 m. Vaciada la techumbre y la columna se nivelaba el terreno considerando la colocación de una "capa de piedra bola" que incluía el armado de la plomería, donde se vaciaba concreto consolidando una plataforma de cimentación, a esta le seguía el desplante de los muros, el zarpeo y el enyesado final, pues las mangueras para instalaciones eléctricas y las mochetas superiores de los muros ya se habían vaciado encofradas en la cubierta. Con estos cascarones, Cubiertas Ala del Norte logró abaratar la construcción de las viviendas y acelerar su proceso de desplante, y edificó cientos de estas en la Colonia Cuauhtémoc, de San Nicolás de los Garza, Nuevo León.[10]

Las primeras escuelas del conjunto Cuauhtémoc fueron bendecidas el 23 de septiembre de 1957 por el arzobispo Espino y Silva, acom-

[7] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University Caja 38C373rr Series V, 2003.027.

[8] Plano ubicado en el Archivo de Arquitectos Mexicanos UNAM, Fondo Félix Candela, s/f, con el emblema "Cubiertas Ala de Monterrey", 56/8.

[9] El periódico *El Porvenir* del 24 de septiembre de 1957 nos dice sobre estas viviendas: "Al utilizar el sistema de construcción tipo cascarón con paraboloides hiperbólicos en las obras de la Colonia Cuauhtémoc, la empresa Cubiertas Ala del Norte S.A. señala en materia de ingeniería constructiva un aspecto principal en la rapidez, economía y aprovechamiento, por haber levantado una casa en solamente once días de trabajo". El artículo explica que al levantarse sobre una sola columna se permite una mejor distribución en las paredes, pues no se usan como muros de carga y pueden cambiarse según las necesidades de funcionamiento sin afectar la estructura.

[10] El plan social de la Cervecería Cuauhtémoc consideraba que el proyecto incluía la construcción de 1 200 casas en su totalidad y que éstas serían pagaderas a 20 años, en abonos inferiores al 25% de los sueldos.

Auto Baño. Anuncio en el periódico *El Norte*, 26 de marzo, 1958. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

pañado por los directivos Eugenio Garza Sada (1892-1973) y Roberto Garza Sada (1895-1979) quienes recorrieron las instalaciones. El primer sector del fraccionamiento incluyó edificaciones escolares para preescolar, primaria y secundaria, instalaciones que originalmente fueron resueltas mediante secciones de paraboloides hiperbólicos con voladizos hacia el área de los pasillos. La prensa documentó que el centro escolar era de "una belleza arquitectónica perfecta y de un funcionamiento cómodo y sencillo", y agregaba que "con el cascarón se favorece la abundancia de luz y espacio libre".

El periódico *El Norte* del día 26 de marzo de 1958 muestra la publicidad del Auto Baño, un servicio de lavado de automóviles ubicado en el cruce de la avenida Venustiano Carranza y la calle Washington, del centro de Monterrey. El promocional utilizaba "el juego de sombras" de un paraguas de concreto rectangular con una sola columna dispuesta de forma asimétrica con respecto a la planta; la fotografía adjunta nos confirma que la estructura fue construida por Cubiertas Ala del Norte. Aquí se desplegaba un arriesgado paraguas formado por cuatro secciones de paraboloides hiperbólicos de borde recto que cubría tres bombas para la expedición y venta de gasolina dispuestas en el eje de la cubierta. Este tipo de solución permitía el resguardo de los operarios y automóviles favoreciendo la circulación de los vehículos. Al fondo del predio, en otros cascarones con voladizos, se encontraba el Auto Baño.

En agosto de 1958, en "El mezquital" de Apodaca, Nuevo León, fue inaugurada la Planta Industrial de Aceros de México por el gobernador del estado, Raúl Rangel Frías (1913-1993). Los señores José Antonio, Francisco, Joaquín y Eugenio Armendáiz Noriega fueron los accionistas fundadores de la empresa, apoyados por el ingeniero Fernando García Sánchez (1908-1991, padre de los socios de Candela) como accionista y gerente de operaciones. Aceros de México producía perfiles de acero, acero eléctrico, acero de alta resistencia y la varilla de acero torcida en frío marca TOR, que Cubiertas Ala del Norte implementaba en el refuerzo de sus cascarones de concreto.

Para esta planta, los hermanos García S. Narro edificaron, entre 1957 y 1958, una gran nave de fundición y laminado, laboratorio, almacenes generales, comedor, caseta de vigilancia y oficinas administrativas, desplegando en estas instalaciones las diversas modalidades del cascarón de concreto que incluía un tanque elevado que, según el periódico *El Porvenir* de 2 agosto de 1958, tenía "capacidad para 130 millones de litros"; el plano del mismo da cuenta de que su estructura tenía una pared de 8 cm de espesor y trabajaba como un cascarón con alabeado en la cintura. Es el mis-

mo tinaco referido por Javier García S. Narro como el tanque de directrices rectas que estaban haciendo para depósito de agua, una obra maestra de la ingeniería, pues además de hacer gala de su equilibrada forma, tenía el nucleo vacío para dar paso a su escalera de mantenimiento, convirtiéndose además en el altivo soporte de las letras de luz neón con el nombre del corporativo acerero.

La inmensa nave central del conjunto industrial referida en los membretes de los planos como "Aceros ALFA",[11] cuenta con 25 m de ancho interior y 234 m de largo, siendo cubierta con bóvedas de concreto armado semielípticas de 4.5 m de peralte, reforzadas por tirantes externos tangentes a su cúspide. Esta nave albergaba la fundición y los molinos para la producción de varilla y perfiles de acero.[12] El resto de los inmuebles sacaban partido a las múltiples propiedades de emplear secciones de paraboloides hiperbólicos para configurar las cubiertas. Así, los García S. Narro edificaron una desafiante cobertura volada de 12 m para albergar la caseta de vigilancia y fungir como recepción del corporativo, mientras en otros espacios lograban gran capacidad de almacenamiento sin apoyos e iluminación natural permanente para los interiores.

Los cascarones de borde recto soportados sobre columnas perimetrales lograban diversificar la funcionalidad de los espacios bajo la amplitud de sus cubiertas, y un preciso tratamiento de los materiales constructivos complementarios transformaba una misma estructura de carácter industrial en otra de carácter religioso o educativo, pues las obras adquirían cierta "personalidad" por sus acabados finales, y podían adoptar carácter sacro como en *Mater Admirabilis*, recreativo como en Caballeros de Colón o de seguridad industrial como en el Laboratorio de Aceros de México.

Planta Industrial de Aceros de México, El mezquital, Apodaca, Nuevo León. Foto: Colección Jaime García S. Narro.

[11] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University, Box 33: Folder 07, Aceros de México Factory Monterrey.

[12] En agosto del año 1963 las instalaciones se integraron a HYLSA (Hojalata y Lámina, S.A.) y parte de estas instalaciones actualmente pertenecen a TERNIUM.

La dimensión espiritual de la materia

Los cascarones de Candela lograron la eficaz articulación de las propiedades del acero y del concreto, al reducir su participación a la más mínima y, a la vez, precisa consistencia para lograr la cobertura y soportarse en equilibrio. El resultado fue todavía mayor al redituar, al paso del tiempo, en la configuración de arriesgadas formas de una aparente ligereza, la versátil modelación de las cubiertas y la expresiva calidad de sus superficies. Adicionalmente, todas estas cualidades del cascarón de concreto potenciaron al máximo los edificios modernos de carácter expresionista al acrecentar la apreciación simbólica de los límites constructivos de la arquitectura. Esta dimensión es de vital importancia en los espacios religiosos, donde los cascarones de concreto irrumpieron, de golpe, en el paisaje mexicano creando múltiples espacios evocadores del espíritu humano, inspiradores y poéticos, que consolidaron el dinámico paisaje propio de los años cincuenta y sesenta del siglo xx.

Sobre la concreción simbólica del cascarón empleado para resolver templos, basta ver la puntual expresividad de la Capilla de Santa Teresita del Niño Jesús, localizada en el cruce de la avenida San Ángel y la calle Tacubaya, de la colonia Churubusco, en Monterrey; al margen del predio se encontraba un anuncio con la leyenda "Construye Cubiertas Ala del Norte bajo Convenio del Arq. Félix Candela", dando crédito a su innovadora tecnología constructiva.[13]

[13] Fotografía del Archivo Avery, de la Universidad de Columbia, en el panorámico se lee que "Cubiertas Ala de Norte edifica bajo Convenio PAT. No. 49287 M. R. No. 59161, del Arq. Félix Candela". En otra fotografía de un panorámico similar con el logotipo de esta misma empresa se leían en orden descendente los nombres del arquitecto Félix Candela y los ingenieros Javier García S. Narro y Lorenzo Viesca, representantes de Cubiertas Ala del Norte.

Capilla de Santa Teresita del Niño Jesús, en obra, colonia Churubusco, Monterrey, N. L., 1961. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery. Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

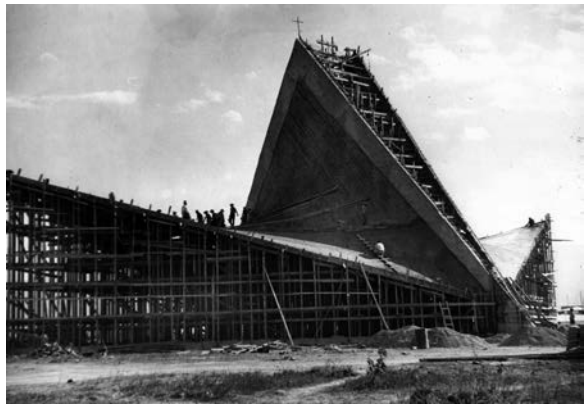
La planta arquitectónica de esta capilla consta de una sola nave longitudinal de 24 m de largo por 9 m de ancho cubierta por una estructura laminar de concreto armado,[14] formada por cuatro pares de paraguas con altivas fachadas en zigzag decreciente. El edifico se levanta a 12 m de altura desde cinco puntos de apoyo ubicados de cada lado, en la composición se suprime cualquier indicio de columna, al hacer de la cubierta su propio soporte, solución que rememora los contrafuertes góticos y su connotación religiosa; los tímpanos laterales son generosas aberturas triangulares que albergan vitrales enmarcados por muros de cerramiento parcial. La fachada principal triangular se repliega dividida en dos secciones que enmarcan el único acceso al espacio donde se incorporó un colorido vitral. Una armadura embebida en el muro del presbiterio forma un estilizado romboide que solo es apreciable desde la parte posterior del inmueble; el diseño original consideraba situar ahí un vitral con forma de aguja, donde quedaría entronizada la figura de Santa Teresa. La capilla fue diseñada por el arquitecto regiomontano

[14] Del Cueto, Juan Ignacio, *Guía Candela*, Arquine/UNAM, México, 2013.

Domingo Viesca,[15] el cálculo estructural lo resolvió Candela y la construcción corrió a cargo de Cubiertas Ala del Norte, en el año 1958.[16]

Félix Candela publicó en la revista *Espacios* número 17 (diciembre de 1953) un ensayo titulado "Estereoestructuras" donde, al pie de algunas imágenes de sus obras, escribe una breve nota que ilustra el contraste entre la arquitectura moderna netamente ortogonal y la arquitectura expresionista: "Estas figuras muestran algunos ejemplos de estas estructuras cuyo empleo abre de nuevo a la arquitectura la explotación imaginativa de insospechadas formas externas e internas, intolerantemente limitadas hoy día a la combinación de espacios y masas cúbicas". Esto es reconocible al acceder, por ejemplo, a la Capilla de Santa Teresita, pues el espacio que alberga y constituye a la vez, cautiva por el modelado de las cubiertas que simulan ojivas asimétricas donde el espacio se repliega, mientras la iluminación filtrada a través de sus coloridos vitrales se difumina en el terso resane de los escultóricos cascarones.

El orgullo de la Colonia Cuauhtémoc es el templo de San José Obrero, ubicado en el cruce de las avenidas Famosa y Titán. En su diseño, además del arquitecto Enrique de la Mora y Palomar (1907-1978), participó el arquitecto Fernando López Carmona (1921-2018) bajo el aval estructural de Félix Candela, quien hizo posible tal hazaña de ingeniería arquitectónica, a pesar de que el proyecto original no se llevó



Templo de San José Obrero, en obra, col. Cuauhtémoc, San Nicolás de los Garza, N.L., 1959. Foto: Colección Fernando García S. Narro.

a cabo en cuanto a la operatividad del espacio. Cubiertas Ala del Norte erigió esta admirable estructura adecuando la disposición del presbiterio y la audiencia, al dar un giro de 90° al inmueble y no a la planta arquitectónica, pues el eje nártex-presbiterio conservó la orientación oriente-poniente considerada desde un inicio, lo que resultó en una nave eclesiástica de planta romboidal con disposición semi-radial de la feligresía, y no longitudinal.

Los hermanos García S. Narro edificaron esta obra entre los años 1959 y 1962, siguiendo las especificaciones estructurales originales de Candela que aparecen detalladamente en planos. La planta del templo es un rombo de 55 x 30 m cubierta por dos cascarones de borde recto que se despliegan 27.6 m hacia ambos lados del eje de simetría, constituido por dos vigas similares a una "tijera" estructural que se elevan a 22 m de altura con apertura de 4.0 m en la cumbre. Estas vigas se articulan entre sí con tensores de acero de 1 in de diámetro, mismos que contrarrestan de forma estática el peso de ambos cascarones. Los apoyos se hunden tan solo 1.30 m de profundidad bajo el nivel del predio, para estabilizarse sobre dos zapatas que se articulan mediante un tirante de concreto armado de 50 x 50 cm situado 30 cm bajo el nivel del piso del templo

[15] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University, Box 35: Folder 24, Iglesias, Santa Teresita del Niño Jesús, Monterrey, 8 items. Cita este plano en el membrete, febrero del año 1958. Viesca Ing. Civiles y arquitectos.

[16] El periódico *El Norte* del 11 de marzo de 1958 explica "Muy adelantados se encuentran los trabajos de construcción del moderno Templo de Santa Teresita del Niño Jesús, en la Colonia Churubusco, que se construye con la cooperación de los vecinos de dicha colonia y de los devotos de Santa Teresita de nuestra ciudad". Hemeroteca UANL.

y que atraviesa el eje más corto de la planta romboidal; esta trabe tirante tiene una capacidad de tracción de 80 t mientras las zapatas soportan una carga vertical de 186 t.[17]

Al interior del templo esa arriesgada solución estructural es imperceptible, el resultado es un etéreo espacio que evoca a la espiritualidad ya que los ventanales que delimitan el interior fueron construidos a base de pedacería de vidrio color ámbar que, traspasados por la intensa luz del sol del norte de México, adquieren un aspecto incandescente que favorece la fervorosa sacralidad del recinto.

En un contexto tipológico muy diferente al religioso, otras estructuras resueltas por Cubiertas Ala del Norte y puestas al servicio de las necesidades arquitectónicas del Monterrey de inicios de los años sesenta fueron las losas sinusoidales o cubiertas ondulantes de concreto. Con estas coberturas se podía hacer gala de múltiples variantes métricas y compositivas alterando el modelo básico y dotando a diversos tipos de inmuebles de una novedosa capacidad expresiva y, a la vez, de una "jovial" personalidad. La expresiva plasticidad de las losas ondulantes se complementaba con la textura de las celosías prefabricadas, muchas de ellas de carácter escultórico, sumadas a amplias galerías transparentes de ventanales que aderezaban la finísima delgadez de las techumbres.

El proyecto de H. Steele y Cia. S.A. fue de los arquitectos Fernando García S. Narro y Héctor Santos. Tenía como fachada un amplio tablero de celosías alzado sobre esbeltas columnillas metálicas y una cubierta de concreto ondulante con alero que destacaba el carácter dinámico de la composición. Tras esta marquesina, Steele desplegaba un gran ventanal para mostrar su sala de exhibición y venta adicionalmente contaba con oficinas, talleres de servicio y bodegas; se ubicaba en la calle Padre Mier 467 poniente. De frente tenía más de 35 m y de fondo abarcaba hasta la calle Matamoros. Era distribuidor de productos importados de reconocida fama,[18] equipos para oficina, muebles de acero y cajas fuertes, contando con técnicos especialistas para "guiar a los hombres de empresa que lo soliciten, de manera gratuita, a planear sus propias oficinas de manera funcional y práctica". El periódico *El Norte* anunció su inauguración el día 28 de enero del año 1960.

El plano de especificaciones constructivas para H. Steele está fechado en 1959;[19] sus detalles dejan ver que Cubiertas Ala del Norte resolvió este inmueble de planta rectangular de 24.42 x 13.50 m con una cubierta formada por cañones corridos que trabajaban como vigas huecas. Las especificaciones y distribución del acero de refuerzo resolvían el continuo despliegue de esta superficie de curvatura simple, la resistencia de la membrana exigía una concentración de acero en las crestas del alero, y mientras las secciones de estas semi bóvedas se alejaban de los apoyos hacia el interior del inmueble eran las coyunturas inferiores las que exigían la mayor concentración de bastones de acero para consolidar su estabilidad.

La antigua Agencia de la Volkswagen, de Monterrey, también fue edificada recurriendo para la cobertura de su planta rectangular a un

[17] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University. Plano de cubierta para San José Obrero, de Enrique de la Mora, jun. 1959. Drawer 69: Folder 7, Monterrey, Nuevo León, México.

[18] Relojes Stromberg y Simplex, máquinas de escribir Underwood, máquinas calculadoras y sumadoras Steelwalther y Steelba, duplicadores Roneo, Relojes Haste, Steelco, Longines, Whithnauer, Eternamatic, etcétera.

[19] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University, 1959, Drawer 113: Folder 26, H. Steel and Co. Monterrey, Nuevo León, México.

Cubierta ondulante de concreto, proyecto concesionaria Volkswagen para Autos y Equipos del Norte. Anuncio en periódico *El Norte*, 15 enero 1961.

cascarón de concreto reforzado con acero. El anuncio publicitario de su inauguración aparece en el periódico *El Norte* del 15 de enero de 1961, donde Cubiertas Ala agradece que se les asignara la construcción de Autos y Equipos del Norte, S.A. La perspectiva de aquella moderna galería de exhibición de vehículos con taller de servicio y departamento de refacciones, muestra al inmueble cubierto por una grácil lámina ondulada continua, con un ligero peralte en las crestas y una mayor amplitud en las ondulaciones inferiores, dando como resultado un más suave despliegue de la cubierta, si se compara con H. Steele. El plano estructural para construir la Volkswagen data de junio del año 1960.[20]

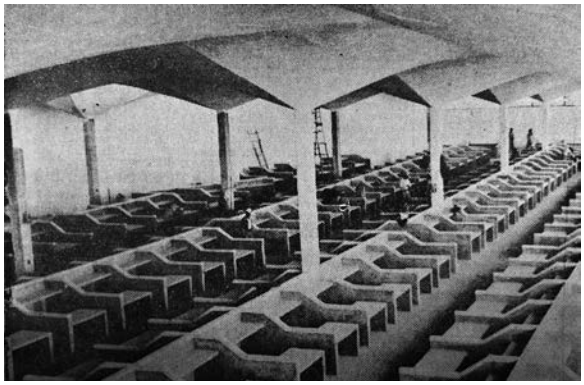
Otra cubierta sinusoidal de Cubiertas Ala fue la Clínica Cuauhtémoc, en Monterrey, también de junio de 1960, el plano estructural da cuenta del armado para resolver este cascarón que aún está ubicado en la avenida del Bosque 139, de la Colonia Cuauhtémoc; la cubierta laminar de concreto del edificio se integra de bovedillas cilíndricas unidas con una pequeña trabe que atraviesa la base de las ondulaciones mientras se constituye como un tirante de refuerzo.

En la actualidad la clínica no está en operación, más fue equipada en su totalidad con un funcional programa e instalaciones: contaba con seis consultorios para medicina general, pediatría y ginecología, dos salas de cirugía y una farmacia. Esta constituía parte de la habilitación del centro recreativo para empleados de la Cervecería que incluiría además teatro, áreas deportivas, alberca y jardines. El 13 de julio del 1961 *El Norte* muestra la fachada principal de la clínica Cuauhtémoc y Famosa que acababa de ser inaugurada por el gobernador estatal, Raúl Rangel Frías, acompañado de los empresarios Eugenio y Roberto Garza Sada. El reportaje rememora que hasta esas fechas se habían construido 784 casas y se estaban construyendo 150 más, hasta alcanzar las 1200 en total.

Un panorama desvanecido

El actual Mercado Juárez, situado en las calles Benito Juárez y Ruperto Martínez del centro de la ciudad de Monterrey, sustituyó a otro mercado del mismo nombre. El periódico *El Norte* del 22 de abril de 1960 muestra cómo el gobernador Raúl Rangel Frías inauguró los trabajos de construcción, mientras cita que Cubiertas Ala quedó triunfante para edificarlo en el certamen convocado por el Municipio y el Banco Nacional Hipotecario. Para aquella solución se desplantaron diversos tipos de cascarones de acuerdo a las necesidades operativas del conjunto; los andenes de carga y descarga quedaron ubicados por la calle Ruperto Martínez, al igual que las plantas frigoríficas y los servicios sanitaros. El edificio, al interior, contaba con 287 locales delimitados por muros de ta-

[20] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University. Plano estructural de cascarón para la Agencia Volkswagen de Monterrey, N.L., México, jun. 1960. 1959, Drawer 113: Folder 28, Volkswagen Dealership, vaults and cylindrics, Monterrey, Nuevo León, México.



Mercado Popular núm. 1, col. Independencia, Monterrey, N.L. Periódico *El Norte*, septiembre de 1961.

bique y mallas de acero, incluyendo locales en un *mezzanine* situado por la calle Aramberri. La cobertura de la obra fue resuelta mediante "cascarón largo con estructura de concreto", es decir, una serie de hileras de paraguas de columna central con una ligera inclinación y traslape para favorecer la iluminación y ventilación del recinto, como ya se había experimentado con otros mercados del centro del país. En este inmueble, otros paraguas con mayor volado favorecían a la distancia el resguardo de los camiones para la descarga de mercancías. La elevación del conjunto incluía otras cubiertas de concreto como bóvedas semicilíndricas continuas que se desplegaban con amplitud.

El 28 de diciembre de 1960 se realizó la entrega formal del Mercado Juárez; en ese acto intervinieron el arquitecto Fernando García S. Narro por Cubiertas Ala del Norte S.A., quien se encargó de la construcción, el Ayuntamiento de Monterrey, el Gobierno del Estado y el Banco Hipotecario, quienes entregaron el inmueble a los locatarios.

Posteriormente fue edificado el Mercado Popular núm. 1, en la Colonia Independencia, la fotografía de la supervisión de su proceso constructivo (septiembre de 1961) documenta el empleo de altivos paraguas de concreto que favorecían la operatividad de este tipo de inmuebles.[21] El Ayuntamiento de Monterrey "con miras de superación, higiene, amplitud, modernismo y comodidad de locatarios y el público en general otorgó el contrato del Mercado popular a la conocida constructora regiomontana Cubiertas Ala del Norte S.A.". Al interior del mercado popular, se aprecia en las fotografías el aspecto de los 302 anaqueles "inteligentemente instalados para la venta de frutas y legumbres". El periódico *El Norte* del 20 de noviembre de 1961 da cuenta de la inauguración del gran conjunto que estuvo ubicado junto a la avenida Independencia en su cruce con la salida del puente Pino Suárez, protocolo llevado a cabo por el entonces gobernador del estado Eduardo Livas Villarreal (1911-1991).

Un mercado más como los anteriores, solucionados mediante series de paraguas de concreto y construido por Ala del Norte, fue el Mercado Popular núm. 2, ubicado en la Colonia Niño Artillero, por la avenida Rodrigo Zuriaga, e inaugurado el 16 de septiembre de 1962. Contaba con locales para fierreros, cerrajeros, carnicerías, venta de verduras y alimentos, maniobras de carga, descarga y servicios generales.

La planta ensambladora de Autos REO se ubicaba en la avenida Reforma 2500 de Monterrey.[22] Cubiertas Ala del Norte realizó la ampliación de su sección de carrocerías de automóviles. Una panorámica de la obra en proceso, muestra que para su cobertura se consideró el desplante de seis enormes cascarones soportados sobre 18 apoyos;[23] éstos alcanzaban

[21] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University. Plano con fecha junio de 1961, mercado popular, cálculo del acero para paraguas de planta triangular de 9x24 m., 1961, Drawer 113: Folder 29, Popular Market Monterrey, Nuevo León, México.
[22] *El Norte*, 27 agosto 1961, Hemeroteca UANL.
[23] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University, 1958, Drawer 113: Folder 29, Trailers

Restaurante Hollywood, anuncio en periódico *El Norte*, 13 agosto 1961.

los 20 m de altura, las secciones de paraboloides definían cubiertas de forma "v" con inclinación asimétrica para traslapar ventanerías. La nota de periódico habla del carácter moderno y funcional de los cascarones que, cita, revolucionaron la industria de la "construcción contemporánea, embelleciendo la estructura al proporcionar máxima comodidad y funcional mantenimiento para responder a las necesidades de esta planta".

El Rastro de Aves fue inaugurado el mes de febrero del año 1962, al norte de la ciudad de Monterrey. Fue un innovador inmueble que se estimó indispensable para garantizar la higiene de la alimentación popular y fomentar la industria avícola. El edificio ocupaba un área de 2 000 m² y constaba de un muelle de recibo, áreas de jaulas, evisceración, empaque, cuarto frío, fábrica de hielo, oficinas administrativas, salubridad y servicios para cien empleados. Cubiertas Ala del Norte da cuenta, mediante el agradecimiento al Ayuntamiento de Monterrey, de que les fue encomendada la obra, mientras la panorámica del flamante edificio lleva la firma del paraboloide hiperbólico. Cabe hacer mención de cómo el alzado de los cascarones con apoyos perimetrales favorecía las maniobras de los vehículos y la operatividad de diversas actividades laborales y comerciales. El rastro de aves se distinguía por dos paraboloides de borde recto, dispuestos en sentido transversal al edificio y sobrepuestos al nivel superior de los muros, donde los paraguas daban un característico perfil a la edificación mientras hacían gala de sus ligeras estructuras de concreto en un aparente desbalance.[24]

El agradecimiento de Cubiertas Ala por habérsele confiado la obra del modernísimo Restaurante Hollywood[25] apunta que se ubicaba en la Carretera Nacional, a 200 m del fraccionamiento Country; hoy corresponde a la avenida Eugenio Garza Sada, contaba con estructura de dos cascarones de borde curvo intersectados y soportados por apoyos diagonales que se proyectaban en diagonal siguiendo las directrices de la cubierta. El plano estructural de este cascarón solo incluye la nota "Señor Vega";[26] era una cubierta de 11.5 x 11.5 m de cascarón, sus apoyos tenían sección triangular y se proyectaban 3.7 m en horizontal por fuera del cascarón, mientras la altura total del restaurante alcanzaba 5 m. La suave curvatura de la membrana y su integración a los apoyos nos

Monterrey, Nuevo León, México. Plano de 1961 para paraguas triangular de Tráileres Monterrey.

[24] *El Norte*, 4 febrero 1962, Hemeroteca UANL.
[25] *El Norte*, 13 agosto 1961, Hemeroteca UANL.
[26] Fondo Candela, *Avery Drawings & Archives Collections*, Columbia University. Plano Mr. Vega, sin fecha, Drawer 113: Folder 29, Vega, Mr., Monterrey, Nuevo León, México.

recuerda el texto de Candela expuesto en la revista *Espacios* número 7.

> La idea básica de cubierta laminar consiste en lograr que transmita su carga a los apoyos mediante esfuerzos situados principalmente en su propia superficie y, por tanto, que los esfuerzos de flexión se anulen o tengan una importancia secundaria. Se cambia así el concepto usual de losa.[27]

Cubiertas Ala del Norte también construyó el restaurante El Niágara, cuya cubierta tenía borde recto y definía un cuadrado perfecto en planta apoyado sobre columnas triangulares que daban como resultado formal algo, en suma, muy distinguido con respecto a todos los modelos vistos anteriormente, pues la volumetría le daba un aspecto robusto más que de ligereza. Se ubicaba en el extremo norte de la ciudad, frente a la Ciudad Universitaria, en el cruce de las avenidas Universidad y Munich, fue inaugurado en marzo de 1962 y era propiedad del señor Antonio Halún.

El 29 de octubre de 1962, Cubiertas Ala del Norte da la bienvenida, en un desplegado de periódico, a los participantes del IV Congreso Mexicano de la Industria de la Construcción, mismo que se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería Civil, de la Ciudad Universitaria de Nuevo León. A la par, se publicitaba haciendo gala con un collage fotográfico de algunas de sus obras entre las cuales, en la parte inferior, aparece en proceso de construcción la embotelladora Pepsi, donde se erigieron diversos tipos de cascarones de concreto. El periódico *El Norte* del 3 de febrero de 1961 ya daba cuenta, en una perspectiva, del aspecto que habría de tener mientras destacaba que "la más moderna planta embotelladora del mundo sería construida en Monterrey por Pepsi Cola". Definía como extraordinario el edificio, de una belleza arquitectónica calificada como atrevida y audaz. Se refiere al emblemático edificio "C" o de embotellado, una gran planta rectangular de 30 x 24 m cubierta con paraboloides de borde curvo que alcanzaban 7.40 m de altura; al interior tenía pasillo para visitantes y al exterior jardín y un estanque. Los apoyos tenían 5 m de tiro diagonal y sección de 3.0 x 1.0 m en el nivel de arranque de piso, siguiendo la caída de los inmensos arcos que definían una fina cubierta de 4 cm de espesor. El plano estructural de la cubierta para la embotelladora Pepsi Cola está fechado en marzo de 1961.[28]

Comentarios finales

Otros edificios construidos por Cubiertas Ala del Norte en Monterrey fueron el Taller de Técnicos Medios, del ITESM, de 1960; Almacenes Al Progreso S.A. en 1961; el Instituto Mexicano Norteamericano de Relaciones Culturales, de febrero de 1962. El edificio de Crédito Provincial Hipotecario S.A., de marzo de 1963; Criza, S.A., de junio de 1963; y la cubierta sinusoidal del auditorio del Instituto Mater, entre muchos más.

Los anuncios de agradecimiento que Cubiertas Ala del Norte publicaba en los periódicos locales al serles asignadas las obras documentaron la labor que desempeñaron por más de diez años en Monterrey. Hacia el año 1965 estos anuncios se hacen menos frecuentes y comienza a verse la publicidad de sistemas constructivos como las techumbres de estructuras metálicas soldadas y prefabricadas en serie, así como las coberturas de lá-

[27] Candela, Félix, Las cubiertas laminares en la arquitectura industrial. *Espacios,* núm. 7, junio, 1951.

[28] Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University. Drawer 113: Folder 28, Pepsi-Cola, Monterrey, Nuevo León, México, 5 items.

mina que presumían en su publicidad una gran rapidez en la edificación y ser más económicas, mientras, entre líneas, en sus novedosos anuncios queda en evidencia la influencia formal y funcional que el cascarón de concreto había posibilitado hasta esa época. La volumetría del cascarón y las soluciones que favoreció comienzan entonces a imitarse con otros materiales, como en el caso de los paraguas para gasolineras y andenes de descarga que siguen implementándose hasta nuestros días, resueltos ahora con perfiles de acero estructural, vigas joist y lámina.

En su momento, las cubiertas de Félix Candela llevaron al concreto y al acero al extremo de su eficacia estructural de forma práctica, económica, ingeniosa y muy lógica. La expresividad plástica de estas coberturas adicionalmente amplió las posibilidades formales, funcionales y hasta simbólicas de los edificios y de los espacios resueltos con cascarones de concreto condensando precipitadamente aires futuristas que quedaron embebidos en aquel concreto armado con acero.

El mismo espíritu emprendedor que caracteriza al pueblo regiomontano ha terminado por borrar gran parte de los inmuebles aquí referidos, mucho antes de que pudieran ser reconocidos como patrimonio arquitectónico o emblema de una época vibrante llena de estímulos creativos. Tampoco sobrevivieron como testimonio de las obras de estos constructores que tenían capacidad para materializar sus "sueños"; sus proyectos dan cuenta de eso: las fotografías, los planos y los documentos evidencian admirables edificios que ahora se cree nunca existieron en Monterrey, más se olvidan, como sucede con los sueños.

Bibliografía

De Anda, Enrique X, *Félix Candela 1910-1997. El dominio de los límites*, Taschen, 2008.

Arquine, *Enrique de la Mora y Palomar: ideas, procesos, obras*, 2015.

Basterra, A. Chamizo, A, Gutiérrez, E., "Félix Candela y el borde libre. El caso de la capilla de Palminar en Cuernavaca", *Bitácora Arquitectura*, núm. 5, 2001, FA-UNAM.

Candela, Félix, "Las cubiertas laminares en la arquitectura industrial", *Espacios,* núm. 7, jun. 1951.

_____, "Aspectos técnicos inherentes a la arquitectura. Divagaciones estructurales en torno al estilo", *Espacios*, núm. 15, s/f.

_____, "Estereoestructuras", *Espacios,* núm. 17, dic. 1953.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, "Félix Candela, el mago de los cascarones de concreto", *Arquine*, núm. 2, 1997.

_____, "Las bóvedas por arista de Félix Candela: variaciones sobre un mismo tema", *Bitácora Arquitectura*, núm. 23, 2011, UNAM.

_____, *Guía Candela*, México, Arquine, 2013.

Elizondo, Ricardo, *El Tecnológico de Monterrey: relación de 50 años*, Monterrey, ITESM, 1993.

Faber, Colin, *Las estructuras de Candela*, México, Editorial Continental, 1970.

Flores, Oscar, *Monterrey Industrial 1890-2000*, Monterrey, Col. UDEM, 2000.

Fuentes M. José, *Monterrey una ciudad creadora y sus capitanes*, México, JUS, 1976.

González Pozo, Alberto, *Enrique de la Mora, vida y obra*, México, INBA Precursores, núm. 14, 1981.

Villarreal, D. y V. Castañeda, *Urbanización y autoconstrucción de vivienda en Monterrey,* Monterrey, Centro de Ecodesarrollo, 1986.

Alejandro Zohn en Guadalajara

Jesús Rábago

Un estudiante inquieto

Muy poco se conocen los trabajos de Félix Candela sobre estructuras laminares, en la ciudad de Guadalajara a principios de la década de 1950. En los hechos, prácticamente ni siquiera se utiliza el concreto armado como material de construcción en la región. Alejandro Zohn,[1] un estudiante que cursa el segundo año de ingeniería civil y que además se acaba de inscribir en paralelo a la recién fundada Escuela de Arquitectura –ambas en la Universidad de Guadalajara–, escucha algunos ecos sobre dichas estructuras referidas por su esbeltez a la forma de los cascarones de huevo. Al tratar de informarse sobre el tema, se da cuenta que sus profesores no tienen conocimiento sobre su formulación matemática; ni siquiera Silvio Alberti, su profesor de estructuras, un arquitecto especialista en cálculo recién llegado de Roma, quien trabajaba en el laboratorio de materiales donde el prestigioso Pier Luigi Nervi evaluaba la estabilidad de sus icónicos proyectos.

Alejandro Zohn (a la izquierda) y Mathias Goeritz (al centro) en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Guadalajara. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

Zohn consigue el texto fundador de Issenmann Pilarski[2] y revisa las escuetas descripciones en su edición original francesa, anotando ahí mismo sus observaciones críticas. Más tarde, gracias al director de la Escuela de Arquitectura, Ignacio Díaz-Morales, quien organiza continuos intercambios académicos con los profesionistas más destacados de la Ciudad de México, el inquieto estudiante se entera de un diplomado que imparte Félix Candela en

[1] Alejandro Zohn (Viena, 1930-Zapopan, 2000) llega a San Pedro Tlaquepaque, pueblo de artesanos en las afueras de Guadalajara, actualmente conurbado, en 1938, siendo un niño; estudió Ingeniería (1948-53) y Arquitectura (1950-55) en la escuela recién fundada el año escolar anterior, ambas en la Universidad de Guadalajara. *Cfr.,* Rábago Anaya, Jesús, *Alejandro Zohn (ingeniería, arquitectura, planeación)*, Gobierno de Jalisco, Guadalajara, 2011.

[2] Pilarsky, L. Issenamnn, *Calcul de voiles minces en béton armé*, Dunod, París, 1935.

la Universidad Nacional sobre estas novedosas estructuras, apenas construidas como prototipos experimentales.[3] Así es como, adicionalmente a sus cursos regulares, durante dos breves meses aborda puntualmente el tren nocturno para asistir dos días por semana a dichas clases; muchos estudiantes consideran estos cursos de Candela bastante difíciles de seguir, debido al nivel requerido de matemáticas, pero para Zohn resultan no solo accesibles, sino sumamente estimulantes. En 1953, a los 22 años, con estos rudimentos puntualmente adquiridos y sus propias observaciones críticas, el joven y audaz estudiante asume la responsabilidad de proyectar y calcular amplios paraboloides hiperbólicos para cubrir la gran sala central del Nuevo Mercado Libertad –el edificio más relevante para la ciudad en ese momento–, como parte del proyecto de su tesis de grado en Ingeniería Civil, que presenta dos años después, en mayo de 1955.

El proyecto es asumido por el Gobierno de Jalisco y rápidamente dan inicio los trabajos; se inaugura formalmente el penúltimo día de diciembre de 1958, justo al concluir la administración estatal de Agustín Yáñez, gran promotor de la cultura. Las repercusiones de la obra son profundas: incluso antes de su conclusión, el gobierno del Jalisco le otorga la Medalla José Clemente Orozco por sus méritos en la Arquitectura, algo inusitado tomando en cuenta su juventud, al tiempo que se multiplican las publicaciones de sus planos y fotografías en prestigiadas revistas: *Arquitectura México*, *Time Magazine*, *Architectural Design*, *Bauen und Wohnen*, *L'Architecture d'Au'jourd'hui*, *The New York Times Magazine*, *National Geographic*.

[3] Félix Candela construye sus primeros prototipos experimentales de paraguas en Tecamachalco (1952) y Vallejo (1953).

Tomando en cuenta el desarrollo de las estructuras laminares de doble curvatura, se adelanta en el tiempo a los arquitectos de su generación y a muchos otros, mayores que él y con trayectorias consolidadas, desarrollando desde ese momento múltiples y audaces cubiertas de este tipo. A diferencia de otras oficinas que se apoyan en el propio Félix Cándela para los cálculos y en su empresa, Cubiertas Ala, para su construcción, Zohn realiza los cálculos él mismo y asume la responsabilidad de su ejecución, con el simple apoyo de un puñado de colaboradores aún más jóvenes.

En 1971, con el Club Social y Deportivo Macabi, construye su último proyecto con estructuras de este tipo, todas en Guadalajara: tiene 41 años.

Nuevo Mercado Libertad, 1954-58

El mercado, ubicado en el popular y muy dinámico barrio de San Juan de Dios, sorprende por articular de manera audaz –inusual en esos años y en esta geografía– la luz solar y la estructura portante con las diferentes actividades comerciales involucradas. El efi-

Mercado Libertad; vista aérea hacia el oriente de la ciudad (el Coliseo y el Hospicio Cabañas colindan a la izquierda). Foto: Archivo Alejandro Zohn.

Mercado Libertad; sala de frutas, espacio central del mercado. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

ciente trazo de la planta, Zohn lo retoma del esquema de los mercados en las calles cubiertos con lonas (tianguis), los amplios patios de las antiguas casonas tradicionales del pueblo de San Pedro Tlaquepaque, donde vive, los variados recorridos barriales a través de espacios que se amplían y reducen incesantemente en perspectivas cambiantes que no dejan de sorprender. La plasticidad de sus elementos diversos y el manejo de la luz natural que ordena el sentido de los espacios terminan por presentar más que un objeto construido, una compleja secuencia cinematográfica cambiante de espacios: tomas visuales abiertas, cerradas, en picada, en contrapicada, planos alejados, planos en acercamientos, muy próximos –en la imaginación y en la realidad misma– a los bazares orientales y su correspondiente alcazaba enfocada hacia sí misma, en la cual resulta natural perderse y dejarse llevar. La permanente reapropiación del mercado, por comerciantes y clientes, lo señalan como un sitio fundamental en la identidad de la ciudad y su imaginario colectivo.

El proyecto aborda con sutileza sus componentes, a pesar de su gran escala: fusiona tres manzanas –en la primera de ellas se ubicaba el antiguo mercado de 1925, proyectado por Pedro Castellanos–, conformando un predio de 100 x 250 m. Dosifica su forma monumental, por la talla del edificio en su conjunto (31 400 m²), con un delicado y doméstico tratamiento de los espacios interiores. Siembra tres –su número emblemático, utilizado en muchos de sus proyectos– núcleos básicos: frutas y verduras al poniente, patio de tianguis al centro, artículos de vestir al oriente. Subdivide dichos núcleos de acuerdo a sus propias particularidades, revalorizando sus componentes a través de vacíos que definen los espacios de referencia: al oriente crea la gran sala central donde concentra las frutas y verduras, revelando insólitamente con amplias perspectivas la belleza del conjunto a través de la riqueza de sus colores y texturas; a su alrededor localiza flores, fondas, carnicerías, jarcias; al poniente abre tres patios diferenciados –uno cerrado y los otros semiabiertos de manera distinta– con

árboles como puntos focales; en sus perímetros distribuye camisas, huaraches, zapatos, rebozos, sarapes. Traza una clara red de circulaciones ortogonales y continuas –norte-sur y oriente-poniente, como la trama urbana circundante– para mantener su cohesión. La estructura espacial resulta fuertemente anclada, y se ha mantenido inamovible hasta la fecha.

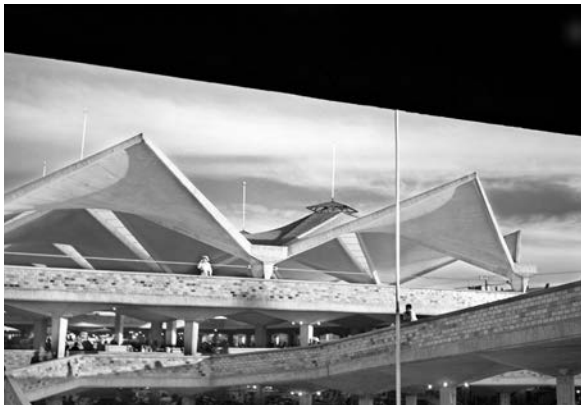
El mercado revela inusitadamente dos lugares espectaculares y tres discretos. Primero, la gran sala de gran altura al poniente, cubierta por finos mantos alabeados, soportados por elegantes y esbeltas columnas, iluminados en sus intersticios con una luz natural variable a lo largo del día, que presenta el colorido escenario de los diversos puestos de frutas y verduras; es el espacio fundamental que refresca los recorridos. Después, el patio central para recibir tianguis ocasionales, con una escalinata que se presenta a sí misma como serena escultura en cinco planos horizontales achurados por líneas de escalones que dibujan pentagramas para una música no escrita –tal vez, esa música experimental que se vive cada día entre sus voces dispares y dispersas–, replantea cualquier recorrido ante la inesperada luminosidad de un espacio interior abierto –vacío, parece un jardín zen; no para la contemplación, sino para una utilización tan compulsiva como efímera. Sus amplias dimensiones, su sencilla amabilidad, la fragmentación de los escalones y sus plataformas, aprovechando el pronunciado desnivel natural del terreno, la disposición de los árboles y sus macizos cajetes se ven coronados con la afortunada apropiación del sitio gracias a la presencia de los pajareros y sus aves; las perspectivas que presenta cada entrada al patio, según el rumbo tomado, revelan fachadas con personalidad propia, definidas por los diferentes elementos involucrados en cada ángulo visual: contrastes lumínicos, niveles de piso, profundidad, alturas percibidas. Los tres discretos patios, con sus árboles que orientan la mirada al caminar, muestran la escala doméstica de una simple casa de dos niveles, como cualquiera de los alrededores, dando prueba de una delicada consideración hacia las crujías que conforman la línea de los reducidos comercios y los paréntesis hacia el sol de sus aperturas.

Los matices de la luz a través del recorrido se deslizan en una gran riqueza tonal. Pasan de la opacidad de los pasillos al encandilamiento del luminoso sol tapatío en los patios, a través de la textura del aire de la sala central; la luz es cenital y lateral, de espaldas y a contraluz, cruda y filtrada, intensa y sombría. Es una de las cualidades menos abordadas en los textos escritos, críticos y descriptivos, y sin embargo es una de las más determinantes, tratando de aprehender sus espacios.

La mezcla de sonidos –voces, música, gritos, pasos, pájaros–, colores –frutas y verduras, claras y oscuras, rebozos y sarapes, opacos y deslumbrantes–, texturas de todas las gamas, olores –secos y húmedos, ligeros y picantes, frescos y calurosos–, resulta impresionante con 2000 puestos en actividad. La experiencia nutre, pero incluso fatiga por su intensidad; la moderada altura de 3m en los pasillos, parece estar hecha para confinar experiencias tan diversas para los sentidos. El objetivo de Zohn por desarrollar un mercado "callejero, pero con orden, seguridad, higiene y alegría", como lo describe en su tesis, resulta satisfecho a plenitud.[4]

La propuesta estructural utiliza el concreto armado a partir de una doble retícula. Primero traza un módulo de 6x6m en el sentido ortogonal del edificio, donde localiza los ejes

[4] Zohn, Alejandro, "Nuevo Mercado Libertad", 3 vols., tesis de grado en Ingeniería Civil, Universidad de Guadalajara, México, 1955.



Mercado Libertad desde las rampas del estacionamiento, vista poniente de la sala central cubierta por paraboloides hiperbólicos. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

de las columnas de sección cuadrada; después gira este trazo a 45° y crea una doble retícula a partir de la primera, con un módulo de 4.25 x 4.25 m. Es decir, reduce significativamente la carga y sus esfuerzos, la losa se vuelve más ligera. Esta segunda retícula define la organización de las larguísimas losas de manera alterna: una losa plana se concatena, dentro de un tablero en damero, con otra soportada por un capitel piramidal invertido y de iguales proporciones –las losas con capiteles son aligeradas con piedra pómez; las planas son losas llenas. La simplicidad de la solución técnica empleada logra una estabilidad estructural que supera las expectativas y potencia el planteamiento del proyecto arquitectónico inicial.

La sala central se cubre con superficies alabeadas, utilizando un apoyo de sección cuadrada variable (de 50 a 75 cm por lado) cada 18 m en ambos sentidos, correspondiente a tres módulos, con una altura de 9.25 m; las columnas se coronan con un capitel que simplemente se ensancha a 90 cm para absorber los esfuerzos en la articulación. Es una estructura simple y ligera con la forma de las mantas que se tienden en los tianguis; sus superficies regladas se cimbran para los colados con facilidad. Forma arquitectónica y técnica constructiva son una misma idea: su maestro Félix Candela, al visitar la obra, admira tanto los resultados del conjunto como sus detalles.

El espacio asume su papel esencial en la arquitectura, en tanto vacío definido por la iluminación y sus sombras: lateral y cenital, directa o filtrada, vasta o reducida, sostenida u orientada, natural y artificial. Las experiencias de Zohn con la fotografía desde que era un alumno en la escuela secundaria, revelan aquí sus frutos con creces de manera literal y metafórica. La luz plantea y precisa los límites de cada espacio; los patios se abren al sol, la gran sala filtra de manera difusa su luz cenital, las ventanas matizan la iluminación a través de los pasillos, las lámparas, incrustadas en el hueco de la pirámide invertida de las losas, enfatizan y dan ritmo a los recorridos, las puertas señalan a contraluz las salidas.

El proyecto del mercado no responde al modelo imperante de las grandes naves o contenedores, en el sentido industrial y portuario, que se hacían hacia finales del siglo XIX o en los modernos y notables mercados de esa década de 1950.[5] Con una perspectiva completamente distinta, Zohn desarrolla cuidadosamente un proyecto integral, mucho más allá de una simple estructura y así logra un espacio que se fragmenta y unifica a lo largo de los recorridos; proyecta balcones que presentan a los puestos en un espacio de transición hacia el patio interior como centro magnético y punto de organización interna; recorta la figura de los paraboloides separándolos para que la luz cenital ilumine la gran sala y al mismo tiempo

[5] Félix Candela nombra a los mercados como simple "Arquitectura Estructural" y los describe como edificios "generalmente de una sola planta, con un programa muy simple, en el que el requerimiento funcional más importante consiste en salvar un gran claro con un mínimo de apoyos intermedios o sin ninguno". Andrés de Montezemolo, David Cimet, Aldegundo Haro y Féliz Candela, *Cuatro ensayos sobre Pier Luigi Nervi*, INBA, México, 1964.

los dibuje a contraluz. El manejo matizado de la luz y la fragmentación espacial van mucho más allá que una sencilla y uniforme estructura, por afortunada que esta sea; aquí Zohn no generaliza el espacio, lo caracteriza.

Además de sus cualidades conceptuales, formales, funcionales, constructivas, el proyecto ha mostrado su gran consistencia arquitectónica al atravesar, como pocos edificios, con una enorme vitalidad, a pesar de sus problemas durante la construcción y a lo largo de su uso cotidiano: baja resistencia del concreto (140 kg/cm^2), errores en el armado de las varillas por inexpertos trabajadores (es la primera vez que lo hacen), vibrado inconsistente, supresión de la junta de dilatación de las largas losas en 1981 (la losa en el eje longitudinal alcanza 250 m), mucho mayor volumen de gente (equivale a la población de un barrio entero), sobrecarga de mercancías y automotores, falta notoria de mantenimiento, un uso excesivo e intenso (ha estado abierto todos los días de manera ininterrumpida, sin importar fines de semana, días festivos, incendios internos, trabajos menores, remodelaciones mayores). Se requieren sólidos principios de composición arquitectónica y urbana, así como una gran fortuna, para que un proyecto se sostenga por sí mismo contra semejantes adversidades: el mercado sigue ahí de pie, despertando cada mañana con su necia persistencia.[6]

Puente y auditorio Parque Agua Azul, 1957-59

Guadalajara se funda en siglo XVI, entre otras razones, por su cercanía al lago del Agua Azul y su gran bosque adyacente. Con la modernización de la ciudad, hacia la mitad del siglo XX, se abre una nueva calzada que divide el parque en dos secciones, dando pie a varias intervenciones en sus bordes, tanto en las inmediaciones fuera de sus límites –Casa de la Cultura, Biblioteca del Estado, Museo de Arqueología, Instituto Mexicano del Seguro Social–, como dentro de ellos –Casa de las artesanías, Teatro Experimental de Jalisco, Mercado de Flores, Edificio Quintanar. Junto a estas últimas obras, el ayuntamiento le encarga a Zohn dos piezas, pequeñas por sus dimensiones, significativas por sus funciones: un auditorio al aire libre y un puente peatonal, rodeados por una enorme masa arbórea de eucaliptos, jacarandas, framboyanes, laureles de la india, palmeras –el parque se extiende en 16.8 ha.

Parque Agua Azul, el Auditorio y su Concha Acústica. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

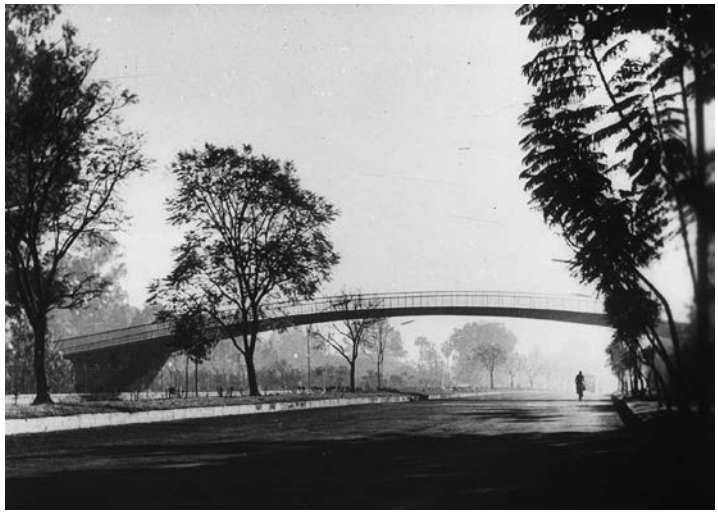
La "Concha Acústica", como se conoce popularmente el auditorio, es un manto de geometría reglada que reinterpreta las concavidades de una forma alternativa y moderna. Es el punto focal de un amplio auditorio al aire libre, un escenario mínimo semicubierto que proyecta la música al aire libre, una pieza que se integra de manera natural al paisaje,

[6] El mercado se amplía en 1982, con 13 800 m^2 (se construyen 18 paraboloides hiperbólicos adicionales), 700 puestos, 500 espacios de estacionamiento. En 1993 se le agregan 1 700 m^2.

marcándolo como punto de encuentro dentro de la gran extensión del parque.

Al recibir este encargo, Zohn mismo proyecta, calcula y construye un paraboloide hiperbólico asimétrico y así aprovecha doblemente la oportunidad; construye este auditorio y, al mismo tiempo, realiza de manera experimental una maqueta, a escala real, de lo que será una pieza de la gran sala en el Mercado Libertad y sus 31 cascarones –estaban por empezar a levantarse; la sincronía de la oportunidad llega justo a tiempo. Esta obra significa un examen a sí mismo sobre las particularidades específicas sobre la ejecución de estas estructuras: cálculo del armado, trazo geométrico en obra, proceso del cimbrado, proporciones del concreto, manera de verterlo en cubetas, tiempos de fraguado, así como todos los detalles implícitos que hasta ahora solo ha considerado de manera teórica, como la trabe de borde, por ejemplo. Es su primer cascarón de concreto y es asimismo una pieza significativa de las que logran levantarse en México de manera espectacular.

El auditorio se erige como una concha que emite música en conciertos populares. La doble curvatura de la cubierta se abre con gran sentido, plástico y auditivo, para proyectar los sonidos al aire libre e integrarse de manera armónica al bosque que delimita el espacio descubierto del parque. La intervención es de un gran respeto por el entorno; se limita a modificar ligeramente la pendiente del suelo para lograr la panóptica visual requerida y concentrar la pieza construida en dos niveles: dentro del basamento en semisótano se encuentran camerinos y bodegas; arriba de él, se desdobla el escenario semicubierto. El basamento está rodeado con muros crudos de piedra braza aparente; los pilones de la estructura albergan las escaleras y configuran los apoyos del cascarón asimétrico (20 cm de espesor en la parte posterior, 5 cm



Parque Agua Azul, puente sobre la Calzada Jesús González Gallo. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

sobre el escenario), que soportan y compensan el desequilibrio de esfuerzos en la diferente longitud de las cubiertas voladas. La ligereza de la estructura que flota se acentúa por el contraste con el pesado soporte, como el mismo Zohn lo señala en los textos de presentación para las publicaciones en revistas especializadas.

En paralelo, el puente le sirve como otra maqueta experimental, ya que este tiene ciertas características semejantes a las losas y los puentes peatonales del Mercado Libertad sobre las vialidades perimetrales, con losas delgadas de 10 cm. soportadas por capiteles, en forma de hongos, de espesores similares o más delgados, aligeradas en su interior con jal, puntuales para las losas, alargados para los puentes. En ese momento se encuentran colando las amplias y largas losas en tablero de damero, pero aún no se realizan los puentes, lo que le permite entender cuidadosamente el proceso constructivo y sus resultados, ya que en los puentes las losas son más anchas que las del interior del mercado, a fin de hacer los ajustes necesarios en los trabajos pendientes.

El puente se dibuja como una seña urbana que marca tanto el frágil punto de sutura como el inicio al territorio de la ciudad moderna: es la

nueva y elegante puerta de ingreso que recibe a los viajeros; un mínimo trazo de unión peatonal entre las dos parcelas –extraña y pequeña compensación hacia semejante tajo vehicular.

Aunque es un muchacho recién egresado de la universidad, destaca la madurez con que logra desarrollar ambos proyectos, no solo desde el punto de vista paisajístico y arquitectónico –la curvatura y la continuidad de sus formas se integra de manera natural en un área verde y abierta, mejor que en un espacio urbano cerrado–, sino desde el manejo técnico en su ejecución. Sus colegas admiran su sólida preparación, aún fuera de las aulas, pues revela una capacidad técnica de gran audacia, similar a los proyectos que se levantan en diversas latitudes; las revistas internacionales especializadas se interesan de inmediato en publicar planos y fotografías de las piezas.

Inicialmente el proyecto contemplaba cinco pirámides invertidas de concreto en forma continua, similares a los hongos de apoyo de la losa del Mercado Libertad, tres en la calle sobre las áreas verdes del camellón y las aceras, dos en los extremos como soporte para las escaleras de acceso. Aunque la propuesta tiene cierto sentido, resuelve el trazo en forma tosca y fragmentaria; así se presenta el proyecto de manera preliminar ante las autoridades. Con un espíritu crítico más adecuado a sus proyectos en curso, elimina las columnas con un trazo limpio que une ambos linderos del parque, ya que recuerda el concepto inicial, de donde partió Candela, sobre la "resistencia por la forma" y dibuja una parábola alargada donde inserta el recorrido del puente. El resultado es asombroso: la geometría soluciona magistralmente en una sola línea todos los requerimientos: las cargas físicas por soportar, la integración visual al paisaje, la figura de un portal adecuado a la perspectiva de la calzada de entrada a la ciudad.

Al terminar la obra, la delgadísima losa comparada con su longitud genera gran desconfianza en su estabilidad entre trabajadores y funcionarios, por lo que nadie osa siquiera caminar encima –hubo que convencer a los trabajadores, a fin de desmontar la cimbra–; Zohn sube una fila de autos, empezando por el suyo propio, a fin de mostrar la capacidad de carga del puente y así convencer de manera contundente a todos sobre la resistencia de la estructura. El gesto evoca experiencias similares de Frank Lloyd Wright –a quien Zohn admira y estudia con gran cuidado– en la Casa Kaufmann (Fallingwater) o en la Fábrica Johnson Wax (ambos 1936-39), donde tuvo que hacer demostraciones similares ante la incertidumbre sobre la resistencia estructural de sus proyectos. Por supuesto, evoca asimismo la experiencia del propio Candela con el paraboloide experimental (Vallejo, Distrito Federal, 1953), al cual subió a dos docenas de trabajadores para demostrar la capacidad de carga del paraguas.

Al ver las primeras fotografías de la obra, su profesor, Ignacio Díaz-Morales, le sobrepone un grabado japonés; parece un trazo moderno de Hokuzai, la traducción visual de algún antiguo haikú recién revelado, tal vez: "Lluvia de Mayo/ Y en el puente del Yodo,/ una linterna".[7]

Mercado Mezquitán, 1961

Frente al extenso Panteón de Mezquitán –primer cementerio seglar desarrollado por el ayuntamiento en el siglo XIX– Zohn erige una pieza urbana mínima de sobria composición y fuerte carácter, tomando en cuenta la claridad de las líneas y volúmenes de su composición, tanto en las fachadas, como en el interior.

El proyecto traza una estructura elemental en respuesta a los criterios del amplio Pro-

[7] Ihara, Saikaku, 1642-93.

Mercado de flores frente al Panteón de Mezquitán. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

grama Federal de Mercados para el creciente desarrollo urbano de esos años, entre otros: ubicación urbana estratégica, bajo costo, circulaciones interiores amplias y claras, muros perimetrales cerrados en lo posible –a fin de circunscribir el comercio en el interior, evitando la presencia de puestos en las banquetas–, iluminación cenital abundante, instalaciones mínimas, fácil mantenimiento.

El pequeño mercado de flores, con una sencilla planta ortogonal (proporción 1:2) que define las columnas de los 32 paraguas, así como los puestos circunscritos a ellas, iluminados a través de los intersticios de los paraguas, logra funcionar de manera espléndida, incluso hasta el día de hoy: accesos, circulaciones, iluminación, ventilación, amplitud interior, espacio exterior.

Unidad Deportiva Adolfo López Mateos, 1962

El conjunto se devela como un parque de esculturas al aire libre. A diferencia del puente y el auditorio que construye Zohn en el Parque Agua Azul, aquí el bosque no existe ni se pretende crearlo; es un polígono plano, sumamente extenso (15 ha), con poca vegetación y gran luminosidad, que deslinda una superficie con una horizontalidad abstracta de donde se

Unidad Deportiva Adolfo López Mateos; motivo de ingreso. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

levantan espigadas estructuras, como esculturas en un jardín de exposiciones, contrastando con las líneas del paisaje abierto detrás de ellas. Cada una de las piezas, aisladas y en conjunto, señalan una clara voluntad de dominio sobre su espacio circundante; el predio semivacío le imprime un carácter dramático a la secuencia visual que estas presentan al recorrer las instalaciones. Cada una tiene funciones deportivas, pero su evidente carácter escultórico va mucho más allá de su uso, precisando la escena del paisaje; resulta un proscenio moderno, abierto, sin muros, de dimensiones desbordante para caminantes despiertos.

El partido es simple: organiza las canchas deportivas de manera ortogonal norte-sur, de acuerdo al asoleamiento requerido y a la eficiente utilización del espacio disponible (como marcan los manuales). La piscina (el hueco en la plana superficie, el agua como oasis) es el punto central del conjunto, y en su eje transversal localiza el ingreso monumental.

Aunque es una nueva e importante área deportiva en la ciudad, no pretende forestar el

Unidad Deportiva Adolfo López Mateos, graderías de las canchas de futbol. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

predio con amplias masas arbóreas como pudiera haberse previsto, sino que enfatiza el vacío existente, limitándose a acentuarlo con las piezas construidas. Una a una, cada pieza es la variación de una estructura laminar, una regla que dibuja superficies al deslizarse en dobles curvaturas: la impresionante presentación del ingreso, los elevados trampolines de la piscina a diferentes alturas, las cubiertas de las simplificadas graderías de los cuatro campos de futbol y el velódromo, que protegen a los espectadores del sol e incluyen vestidores compactos en la parte inferior, la escueta torre de vigilancia. Explora del mismo modo hasta detalles menores, como los tableros de las canastas de básquetbol, incluso el tanque de agua se torna una pieza escultórica. Todos obedecen a un juego de paraguas de concreto, abiertos de manera diferente en cada ocasión (presentan una morfología diferenciada), siempre abordando la geometría y su utilización con un cuidado meticuloso.

A unos pasos de la casa donde Zohn se ha mudado al casarse, sobre la misma Avenida Arcos, a poca distancia, por la acera de enfrente, se encuentra el Pájaro Amarillo –puerta de entrada a la Colonia Jardines del Bosque, proyectada por Luis Barragán–, la escultura abstracta de Mathias Goeritz, su querido maestro y amigo.[8] Esta imagen de la esbelta figura de picos alargados evoca múltiples señas hacia la forma que dibuja el manto compuesto por varios paraboloides hiperbólicos reunidos en el ingreso de la Unidad Deportiva. Resulta difícil olvidar la significación de ese formidable pájaro que ha podido observar con sumo cuidado en diferentes circunstancias, cada día, todos los días, al salir de su casa, al llegar, desde la ventana, al caminar, al detenerse. Tiene a Goeritz, artista por el que decidió estudiar arquitectura, en la memoria y frente a sus ojos: ¿cómo no reinterpretar ese pájaro, recordando sus estimulantes clases en la materia de Educación Visual, en la Escuela de Arquitectura, donde había hecho ejercicios de composición jugando con los picos de simples triángulos?[9] La oportunidad se presenta y la asume con audacia recreativa; la toma y retoma, la convierte en un juego y parece simplemente desdoblar su figura con las variaciones sobre un mismo tema: pájaros.

La estructura de la entrada en especial (con una punta volada de 15 m), hace una clara re-

[8] Mathias Goeritz en colaboración con Luis Barragán, *Pájaro Amarillo*, ingreso a la Colonia Jardines del Bosque, Guadalajara, 1957.

[9] Mathias Goeritz mantiene fresca en su memoria y recupera del cuidado archivo de Zohn una tarea que había realizado (composición de una secuencia de triángulos y círculos) como estudiante suyo, durante el curso de Educación Visual, 18 años antes (en 1951), para publicarla en la revista *Arquitectura México*, núm. 111 (1969). El objetivo de Goeritz es insistir en la tesis, que sostenía de manera contundente, al afirmar que el arte moderno en México había nacido justamente en esa Escuela de Arquitectura, fundada en 1948, dentro de la Universidad de Guadalajara, por Ignacio Díaz-Morales.

ferencia a esa ala desplegada junto a las vías del tren, del pájaro proyectado por Goeritz. Los textos de presentación, sobre la inauguración de la unidad deportiva, así lo anuncian: "una gran forma de concreto, que sugiere un enorme pájaro blanco, marca la entrada al interior de la Unidad".[10] El resto de las piezas se implantan de manera bastante desagregada para dominar su vacío circundante y establecer una siembra armónica en toda la extensión del predio. Resultan tan ligeras que parecen volar, pues más que sujetarse al suelo, se incorporan al aire de ese gran vacío, extenso, raso.

Iglesia El Nazareno, 1967

Es un encargo religioso para un hombre que trata de asumirse al margen de ellas. Zohn continúa con la inquietud de explorar las posibilidades de las estructuras laminares de doble curvatura, motivado por los importantes logros en el género mostrados por destacados arquitectos –Enrique de la Mora, Fernando López Carmona, Félix Candela– en diversas partes del país, desde hacía algunos años. Tratando de proyectar una solución diferenciada de las iglesias ya realizadas con gran fortuna, construye un muro perimetral sobre el cual acomoda cuatro mantos alabeados y asimétricos, apoyándolos en columnas que forman dos triángulos encontrados; el intersticio entre ambos elementos –muro y paraboloides– dibuja una delgada línea horizontal que ilumina con riqueza el interior. En el vértice del ángulo de la cubierta coloca una esbelta pieza de cuatro líneas simples, coronadas con una pequeña cruz simbólica, a fin de acentuar la verticalidad de la estructura del conjunto.

[10] Mendoza Ramírez, Héctor, "Aportación de la Escuela Tapatía. Edificios de carácter colectivo de 1957-68 en el estado de Jalisco", Tesis de doctorado en Arquitectura, UPC, Barcelona, 2004, p. 253.

Iglesia El Nazareno. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

Unidad Deportiva Municipal, La Federacha, 1967

Cinco años después del éxito de la Unidad Deportiva López Mateos, también en una zona popular, ahora al extremo oriente de la ciudad, a una escala bastante menor, Zohn recibe el encargo municipal para desarrollar una pequeña unidad deportiva.

El alargado predio en forma angular delimita la esquina sur-poniente del Nuevo Panteón Guadalajara –extenso cementerio municipal de 54 ha. En el vértice, Zohn ubica un área central cubierta con cuatro paraboloides hiperbólicos, que destacan por su altura del área perimetral

Unidad Deportiva La Federacha. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

desarrollada con sencillos paraguas invertidos y continuos. A sus lados, largos como brazos, uno hacia el norte y otro hacia el oriente, organiza la secuencia de las instalaciones propiamente deportivas: básquetbol, futbol, alberca, frontones. El conjunto se levanta unívocamente por elementos con estructuras laminares, incluso el tinaco en altura, que ahora ya forman parte de su identidad y prestigio.

Restaurante y nevería Dairy Queen, 1969

A un proyecto pequeño y sencillo, logra dotarlo de una importante presencia urbana, mayor a su real superficie, de acuerdo a su contexto. Para cubrir la terraza abierta de la planta alta, aprovechando el clima de la ciudad, utiliza una sombrilla de cuatro paraboloides hiperbólicos sostenidos por un fuste que alberga las escaleras; una manera poco usual de manejar los paraboloides, al no invertirlos, sino utilizarlos justamente como paraguas. La larga losa horizontal del entrepiso presenta un *cantiliver* pronunciado que parece visualmente volar, en relación al cuerpo de la planta baja, en especial por la figura triangular de la planta en la punta de la manzana, donde su perspectiva se abre frente a la amplia y remozada Avenida de las Américas (antiguo Camino a Zapopan).

Club Macabi, 1971

La comunidad judía, con la que siempre ha mantenido una relación ambigua, a pesar de sus antiguas y fuertes raíces familiares –sus padres emigraron de Viena a Tlaquepaque, en 1938, por la persecución nazi contra los judíos–, le encarga el proyecto de sus nuevas instalaciones sociales, deportivas y religiosas. En la composición del conjunto subraya la horizontalidad plana del predio para romperla con esbeltas figuras triangulares (picos varios: la misma sinagoga y las múltiples pirámides de la iluminación cenital), que evocan el planteamiento de los "pájaros" de la Unidad deportiva López Mateos.

El elemento destacado en el conjunto es la sinagoga, donde utiliza un espectacular paraboloide hiperbólico, alrededor del cual se organiza el conjunto. Vuelve a remarcar, como lo hace en general, en mantos alabeados anteriores, la iluminación junto a la perimetral trabe de borde, pero en este caso la dramatiza dibujando una larga, fina y continua línea de luz.

Restaurante y nevería Dairy Queen; vista poniente, desde la Avenida de las Américas. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

Club Macabi; ingreso principal sobre la Avenida Yaquis. Foto: Archivo Alejandro Zohn.

Cascarones en dos templos de Jorge Molina Montes

Ivan San Martín

La historia de la arquitectura mexicana, al igual que ocurre con otras áreas del saber humano, ha estado impregnada por interpretaciones parciales que han influido durante décadas en la construcción de las narraciones históricas del patrimonio edificado, al menos hasta la sexta y séptima década del siglo xx, cuando comenzaron a aparecer historiografías de autores menos conocidos que realizaron obra arquitectónica y urbana en varios estados de la República. Evidentemente, el asunto historiográfico de autores menos conocidos es complejo y no se reduce a determinar de quiénes se escribía, pues se añade también un intenso entrecruzamiento de ideas, publicaciones e inclusive autores que iban y venían en todas direcciones. Se divulgaban en México las obras más famosas hechas en Europa, Estados Unidos y Latinoamérica, pero también se difundía hacia afuera lo que se producía en el país, si bien ciertamente en menor medida. Pero también las obras menos conocidas tenían su propia dinámica de entrecruzamiento con otras zonas geográficas, sin pasar por la capital del país, como ocurrió con los estados asentados en la costa del Golfo, fuertemente vinculados a lo que ocurría en Cuba, Puerto Rico o Florida, o bien, con las ciudades de Monterrey y San Luis Potosí, que se encontraban relacionadas geográfica y económicamente con los estados del sur estadounidense, en vez de la lejana capital mexicana. Esta situación se complica aún más si se rastrea el movimiento profesional de arquitectos e ingenieros civiles, varios que estudiaron en la Ciudad de México o en los Estados Unidos y regresaban a sus lugares de origen a trabajar o viceversa. Estos entrecruzamientos profesionales nos brindan así un campo fértil para la historiografía de la arquitectura mexicana, caminos que abren un área de investigación a autores menos estudiados y que ofrecerían interpretaciones más maduras y equilibradas de nuestro patrimonio edificado reciente.

Autores y entrecruzamientos

Varios autores han sido ya cabalmente estudiados por los historiadores de la arquitectura, con trayectorias profesionales como Luis Ramiro Barragán Morfín, quien como se sabe, decidió migrar a la gran capital en búsqueda de otras alternativas profesionales –aunque en su natal Guadalajara ya había construido varias casas– o sencillamente por cuestiones de índole personal, quizás buscando ambientes sociales menos rígidos que su terruño ja-

lisciense. Igualmente, se han estudiado figuras como Félix Candela Outeriño, quien prácticamente hizo su carrera profesional a partir de su traslado a México, donde se le reconoce como uno de los desarrolladores de la tecnología de estructuras laminares, comúnmente conocidas como "cascarones". Sin menoscabo del valor de estas grandes, existen otras trayectorias de personajes menos conocidos historiográficamente, muchos de ellos educados en el exterior y que regresaron en búsqueda de un desarrollo nacional. Ha sido el caso del arquitecto Jorge Molina Montes, para muchos aún desconocido, un arquitecto yucateco educado en el extranjero, quien a su regreso encontró la oportunidad de comenzar su consolidación profesional en dos templos católicos, uno en Sinaloa y otro en la capital de la República, aplicando en ambos la misma innovadora tecnología de cascarones que había aprendido por sus constantes colaboraciones profesionales con Candela.

El santuario de La Lomita, en Culiacán, Sinaloa

El primer templo sobre este promontorio natural fue realizado cuando aún se encontraba fuera de la mancha urbana de la capital sinaloense, tal y como lo muestran algunas imágenes antiguas, donde se aprecia la distancia entre el templo y el lejano caserío, razón por la cual, se trataba de un templo en un asentamiento rural. Se desconocen las razones de su condición de santuario, ya que no se tienen noticias de ninguna aparición milagrosa en aquél preciso lugar que conmemorase la eventual edificación de un santuario, más allá de la veneración a la virgen del Tepeyac, hecho que ocurrió a muchos kilómetros de distancia del promontorio sinaloense.

Aquella primera obra fue construida durante el porfiriato por el arquitecto Luis F. Molina (1864-1964), quien también había realizado otras obras importantes en Culiacán. Se trataba de una construcción sencilla pero digna, construida sobre la plataforma elevada del montículo natural y rematado por una esbelta y puntiaguda espadaña. Al frente se construyó una prolongada escalinata flanqueada por una sencilla barandilla neoclásica, interrumpida por secciones a fin de ofrecer bancas para el descanso de los feligreses al subir la prolongada pendiente.

Fotografía antigua con el primer santuario de La Lomita, arquitecto Luis F. Molina. Fuente: dominio público.

A sus pies se iniciaba el camino rural que comunicaba al santuario con el caserío de Culiacán, mediante una antigua vereda que con el paso de las décadas quedaría convertida en el actual eje urbano Álvaro Obregón, importante avenida construida para comunicar con los nuevos barrios residenciales que fueron desarrollándose a su vera, a partir de la década de los cuarenta. De aquel primer santuario y sus primeras escalinatas no quedan más que algunas fotografías antiguas, pues el templo fue demolido a fines de los años cincuenta del pasado siglo a fin de construir un nuevo santuario de mayor capacidad, debido al incremento de la feligresía, en tanto que su antiguo campanario exento duraría muchas décadas en pie, hasta finalmente ser demolido en 2013, para ser sustituido por un nue-

vo elemento, como se tendrá oportunidad de exponer más adelante.[1]

La parroquia del Carmen, en Culiacán

El primer templo moderno en Culiacán fue la parroquia del Carmen, construida en una tranquila esquina de una colonia aledaña a la avenida Álvaro Obregón. La obra fue realizada entre 1947-1950 por el ingeniero civil Francisco Artigas –oriundo de la Ciudad de México y quien había estudiado en la UNAM– el poblano Germán Benítez y el también defeño Fernando Best, ambos ingenieros arquitectos egresados del Instituto Politécnico Nacional (IPN), lo cual evidencia los entrecruzamientos profesionales del centro hacia los estados. Pero no solo en esa dirección centralista fueron las influencias profesionales, sino también entre los propios estados norteños, pues la solución de la cubierta de bóveda parabólica de la parroquia del Carmen estuvo fuertemente influida por la parroquia de la Purísima, en Monterrey, Nuevo León, construida en 1941 por el arquitecto tapatío Enrique de la Mora y Palomar,[2] en la cual se eliminaron por vez primera los muros verticales, sustituyéndolos por bóvedas de sección parabólica de concreto armado que nacían directamente del nivel del suelo, una solución que no debe confundirse con los llamados "cascarones" que se desarrollarían con mayor profusión en la siguiente década.

Aunque esta parroquia utilizó una solución formal y estructural semejante al templo regiomontano, presentó algunas diferencias, como una escala sustancialmente menor, el carecer de un campanario exterior y poseer una planta de tres naves, a diferencia de la Purísima donde se utilizó una sencilla cruz latina sin naves laterales procesionales. En ambos casos se incorporó un transepto, solo que en el caso regiomontano fue producto de una segunda bóveda transversal que conformaba la cruz latina y a la misma altura que la longitudinal –lo cual provocaba una bóveda de crucero frente al presbiterio– mientras que en el caso sinaloense los brazos del transepto recibieron dos bóvedas de menor altura que la principal, insertadas a manera de bóvedas de luneto, con lo cual, en el interior domina la espacialidad longitudinal de la nave principal que remata en el altar. En ambos casos, se constituyeron como las primeras iglesias modernas de la ciudad, lo cual indica indudablemente, una vanguardia regional dentro del panorama religioso mexicano en los estados norteños del país.

Interior de la parroquia del Carmen, Culiacán, Sinaloa, 1947-1950. Foto: Ivan San Martín, 2015.

La llegada de los cascarones a los templos

En el contexto de arquitectura religiosa mexicana, los dos templos, el Carmen y el Santuario de la Lomita, constituyen una clara expresión de

[1] Se agradece al arquitecto Luis Miguel Arguelles, el autor principal del diseño del campanario actual, la oportuna información proporcionada para este texto.

[2] La importancia de De la Mora en el género religioso es ampliamente reconocida, no solo por los numerosos templos que construyó en la capital mexicana, sino como formador de brillantes discípulos como Alberto González Pozo, Fernando López Carmona y Juan Antonio Tonda Magallón.

una de las modalidades estructurales y constructivas más recurrentes a finales de los años cincuenta: los llamados cascarones de concreto. Se trataba de ingeniosas superficies regladas que podían alcanzar mayores claros y al mismo tiempo adelgazar su espesor, todo ello mediante una barata mano de obra de albañiles y carpinteros para la realización de las cimbras de madera, lo que indudablemente repercutía en el bajo costo del elemento estructural. Su proceso de desarrollo fue gradual, pues se trataba de estructuras cuya resistencia se basaba en la forma misma del elemento, y no solo en la resistencia a la compresión de los elementos, por lo que los logros eran producto más de "ensayo y error", que del cálculo matemático de los elementos.

Al principio comenzaron a utilizarse experimentalmente en variados géneros arquitectónicos, como en edificios industriales, almacenes, gasolineras o fábricas, seguidos de espacios recreativos y de oficinas, pero pronto el género religioso se adhirió a insertar este tipo de cubiertas económicas en sus edificios. Los primeros templos realizados durante aquella década demuestran que se trataba de una tecnología constructiva de bajo costo, apta para cubrir grandes claros sin necesidad de apoyos intermedios y, sobre todo, con muchas posibilidades creativas para experimentar variadas soluciones formales y simbólicas.

Varios fueron los autores de templos que incorporaron aquella tecnología, como Félix Candela Outeriño (1910-1997), Enrique de la Mora y Palomar (1907-1978) y Joaquín Álvarez Ordóñez, seguidos por sus avezados discípulos Fernando López Carmona, Juan Antonio Tonda Magallón y Alberto González Pozo. También le seguirían otra generación de arquitectos, quienes si bien no han sido tan conocidos, contribuyeron con obras importantes, como Jorge Molina Montes, Antonio Francisco Torres Zapien y German Herrasti Ortiz de Montellanos, además de muchos otros autores –arquitectos o ingenieros– de los que no se sabe ni su nombre, pues el género religioso es quizás uno de los que tienden a omitir más frecuentemente las inscripciones autorales, quizás por un prurito de modestia de los autores ante una obra realizada para la divinidad.

Las modernas formas del santuario de La Lomita

Esta obra constituye el segundo templo moderno en la ciudad, asentado sobre el ya mencionado promontorio natural de "La Lomita" que diera origen a su nombre. Fue construido entre 1957-1967 por el arquitecto yucateco Jorge Molina Montes (n. 1927?) durante los años que laboró en la capital sinaloense. Sus estudios profesionales no los había realizado en México, sino en el Instituto Politécnico de Resselaert, al norte de Nueva York, de 1944 a 1948, a cuyo término decidió regresar a trabajar a su país, una circunstancia que también enfatiza los vínculos internacionales que existían en aquella época, pues era común que muchas familias en los estados prefirieran enviar a sus hijos a universidades en los Estados Unidos, en vez de a la capital mexicana.

A su regreso al país, Molina Montes se dirigió a Sinaloa a invitación expresa del español Manuel Suárez, empresario exitoso de gran influencia política a partir del sexenio de Lázaro Cárdenas.[3] Ha de recordarse que este asturiano incursionó en la industria de la construcción –con la Compañía Constructora Eureka– así como en muchas obras turísticas en el país, como el Casino de la Selva, en Cuernavaca, el hotel Mocambo, en el Puerto de Veracruz, el Fraccionamiento Las Brisas,

[3] No ha podido establecerse cuál fue el vínculo que acercó a Molina Montes con el empresario español.

en Acapulco, además del inconcluso Hotel de México y su Polifórum en la capital.[4] También incursionó en la industria azucarera en Sinaloa, al parecer por presión del presidente Manuel Ávila Camacho, quien quería, de esta manera, frenar el monopolio de Aarón Sáenz, un poderoso productor local.[5]

Fue así como, en 1948, el empresario español decidió invertir en dos conocidos ingenios azucareros en Sinaloa: Sanalona y Navolato, siendo este último donde justamente llegaría a trabajar el joven arquitecto Molina Montes como encargado del departamento de arquitectura del ingenio, empresa que finalmente decrecería años después a causa de factores nacionales e internacionales.[6] Durante su estancia laboral en Sinaloa, el arquitecto Molina se asoció con el ingeniero español Gonzalo Ortiz de Zárate, con quien fundó la empresa *Constructora Casas y Obras*, a fin de atender la gran cantidad de proyectos residenciales que surgían en las pujantes colonias residenciales Chapultepec y Guadalupe, así como de proyectos de oficinas como el Banco del Noreste. Juntos también emprendieron el proyecto arquitectónico de santuario de La Lomita, mientras que la dirección de la obra corrió a cargo del arquitecto José Tena, pues el proyecto ejecutivo fue desarrollado desde la Ciudad de México por los arquitectos Rafael Escalante, Ernesto Ávila y Jorge Segura.[7] Y es que durante aquellos años, Molina Montes viajaba constantemente a la capital mexicana, donde también

Vista contemporánea de la escalinata y de la volumetría del santuario de La Lomita, Culiacán, Sinaloa, 2015. Foto: Ivan San Martín.

emprendía encargos con otros arquitectos –como Jorge González Reyna– y supervisaba la construcción de algunas obras de la empresa Cubiertas Ala, de Félix Candela,[8] quien para entonces se encontraba inmerso en el desarrollo tecnológico de los cascarones de concreto armado.

El nuevo templo moderno se localizó en el mismo terraplén del santuario anterior, una vez que fuera demolido, aunque evidentemente era de mayores proporciones, a fin de incrementar la capacidad de la futura feligresía. El volumen principal fue colocado sobre la extendida explanada superior, con su acceso orientado hacia la escalinata, permitiéndole continuar como remate de la antigua carrete-

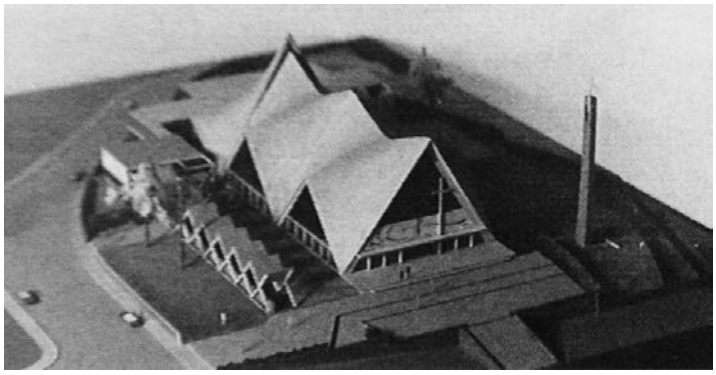
[4] Proyecto de los arquitectos Joaquín Álvarez Ordóñez, Guillermo Rosell de la Lama y Ramón Miquelajáuregui, el cual terminó convertido, décadas después, en el World Trade Center.

[5] *La construcción de los sueños, vida de Manuel Suárez y Suárez*, Fondo Documental Manuel Suárez, México, 2012, pp. 153 y ss.

[6] Ochoa Vega, Alejandro, *Modernidad arquitectónica en Sinaloa*, México, UAM, 2004, p. 51.

[7] *Idem.*

[8] Información proporcionada por Alberto González Pozo, julio de 2015.



Maqueta del conjunto original del santuario moderno de La Lomita, Culiacán, Sinaloa. Fuente: Ochoa, Vega, Alejandro, *Modernidad arquitectónica en Sinaloa*, México, UAM, 2004, p. 51.

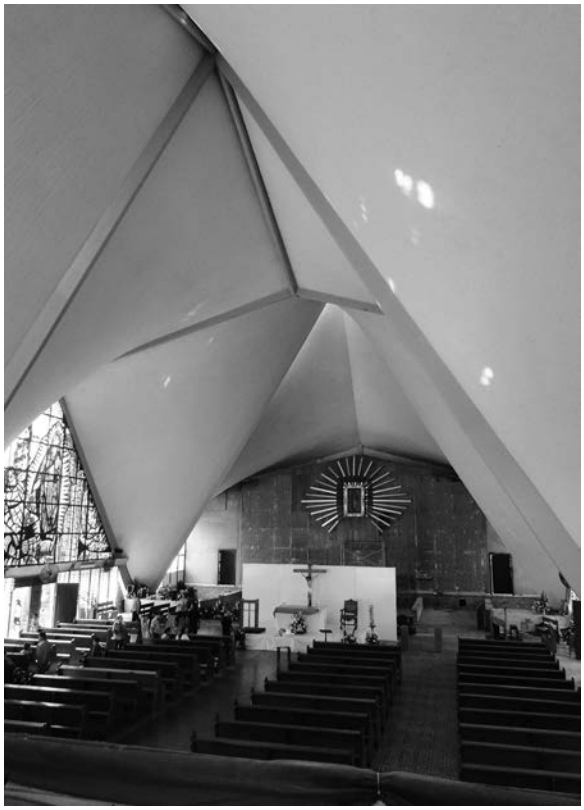
Vista lateral del santuario de La Lomita, Culiacán, Sinaloa, 2015. Foto: Ivan San Martín.

ra, que para entonces –años cincuenta– se hallaba convertida en un importante eje urbano.

Una fotografía de la maqueta del proyecto original muestra el volumen principal al centro, con un esbelto y moderno campanario a la derecha, cuya construcción se fue retrasando indefinidamente, por lo que pervivió el campanario historicista del templo anterior durante más de seis décadas. El proyecto de conjunto incluía originalmente una serie de dependencias laterales localizadas en unos cuerpos bajos que nunca fueron realizados, cuyas volumetrías triangulares harían juego con el perfil triangular de la cubierta y vanos del templo, además de servir de separación entre el atrio sagrado y un pequeño estacionamiento lateral. También se contemplaba un cuerpo bajo y posterior para la casa parroquial, el cual sí fue construido, aunque distinto al proyecto original planteado en el conjunto. El esbelto campanario contemplado en la maqueta original nunca fue construido, por lo que se siguió utilizando el antiguo campanario historicista a pesar de lo endeble de sus materiales, como salió a la luz cuando fue demolido.

La planta del nuevo santuario fue en extremo sencilla y tradicional, no así el diseño de la cubierta, que en el contexto sinaloense era completamente innovadora, tanto en sus formas como en su técnica constructiva. Una sola nave rectangular en dirección norte-sur fue dividida en tres secciones, a causa de la geometría de los tres respectivos mantos de cascarones apoyados tan solo en cuatro vértices extremos. Las dos primeras secciones fueron de planta cuadrada y conformaban la nave ocupada por las bancas de los feligreses, mientras arriba sobresalía un pequeño coro sobre el acceso principal que mira al norte. Abajo del segundo manto cuadrangular, se abrieron dos accesos laterales hacia ambos lados del extenso atrio que rodeaba al santuario, lo cual provocaba no solo un incremento en la iluminación natural, sino también un flujo de aire transversal muy benéfico para el clima cálido de Culiacán.

Finalmente, una tercera sección de la nave se destinó al amplio presbiterio frente al altar, adosado al muro cabecero, pues deberá recordarse que se trataba de una iglesia construida antes del Concilio Vaticano II, por lo cual el servicio religioso se llevaba "de cara al pueblo", sin espacio de circulación entre la mesa sagrada y el muro posterior. Esta tercera sección no era de planta cuadrada como las dos primeras, sino de forma rectangular y recibía una solución de cubierta ligeramente distinta: un manto de cascarón apoyado en solo



Vista interior hacia los pies del santuario de La Lomita y el presbiterio, en la última sección de la nave, donde se aprecia el cambio en el diseño de la cubierta, 2015. Foto: Ivan San Martín.

dos puntos del muro cabecero, desciende en el interior para enfatizar el espacio celebrativo, mientras que al exterior se volvía más peraltado, con un intersticio superior que permitía bañar de luz natural el presbiterio.

En las fachadas, los perfiles triangulares que quedaban bajo cada uno de los mantos de cascarón fueron aprovechados para colocar enormes vitrales, los cuales fueron realizados bastante tiempo después, a decir de la fecha de 1991 que aparece inscrita en el vitral del coro,[9] hechura a cargo del taller Vitrales Montana, asentado en Torreón, Coahuila, lo cual nuevamente muestra los entrecruzamientos entre los estados, en este caso de los talleres

[9] Probablemente durante años fueron colocados canceles provisionales.

Uno de los vitrales laterales del templo, dedicados a temas guadalupanos, 2015. Foto: Ivan San Martín.

artesanales. El vitral de la fachada principal fue dedicado a la llegada del cristianismo, ejemplificada con una gran cruz al centro, flanqueada por varios rostros de franciscanos y, atrás, unas carabelas que se aproximan a las costas americanas. Por su parte, los temas de los cuatro vitrales que cierran las fachadas laterales de la nave están dedicados a temas guadalupanos, como corresponde a un santuario dedicado a la aparición de la Virgen del Tepeyac.

Otro asunto que merece especial atención fue la solución arquitectónica que Molina Montes ideó para mitigar los aspectos de orden climático, sobre todo si se recuerda el intenso clima cálido que suele imperar en Culiacán. En ambas caras laterales de la nave principal un cuerpo bajo recorre la fachada: una esbelta celosía de concreto armado formada por cartelas verticales en torsión permite el paso de la ventilación cruzada al interior de la nave, lo cual indudablemente brindaba cierto confort a la feligresía reunida.[10] Además de su funcionalidad, el recurso brindaba una gran plasticidad, pues imprimía un claroscuro en la parte baja de la composición de las

[10] No obstante, este ingenioso recurso no fue suficiente para mitigar las molestias del clima, como lo indica la actual existencia de ventiladores eléctricos colocados al interior, en dirección a las bancas.

Detalle de la celosía que se inserta en las fachadas laterales del santuario, 2015. Foto: Ivan San Martín.

Vista de la cruz-campanario, 2015. Foto cortesía de Luis Miguel Argüelles.

fachadas, al tiempo que revelaba una preocupación medio ambiental muy temprana, una demanda arquitectónica no siempre tomada en cuenta en los diseños de templos del Movimiento Moderno.[11]

Fue hasta 2014 cuando finalmente pudo construirse un campanario que armonizara con la morfología moderna del templo, en el mismo lugar que el elemento anterior, pero con mayor altura y silueta, para reforzar la perspectiva desde la avenida Álvaro Obregón. Fue diseñado y construido por la terna conformada por los arquitectos Luis Miguel Argüelles Alcalá, Guy Grateud y Silvano González Casarez. Este nuevo elemento se planteó con una doble función: campanario y cruz monumental, aunque por su mayor altura (33.40 m) fue necesario una cimentación más profunda y consistente (17.45 m) sobre todo por encontrarse en la ladera del cerrito.

Por sus dimensiones monumentales, fue necesario realizar el campanario en concreto pre-tensado, colarlo horizontalmente en varias secciones y después elevarlo verticalmente por medio de una grúa. La cruz incorpora también un carrillón, con un juego de campanas bajo el travesaño horizontal y así cumplir con la función de campanario, sin embargo, por razones de presupuesto se ha pospuesto su inserción.

El nuevo elemento posee una doble virtud: incrementa la importancia paisajística del templo hacia el entorno urbano y, lo más difícil de conseguir, se integra plenamente al él, a

[11] Para mayor información del análisis del confort climático en los templos modernos, se recomienda consultar las numerosas investigaciones que ha realizado Cristina Valerdi Nochebuena, de la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

tal punto que, si se desconocen las fechas de su construcción, pareciera que siempre hubiera estado ahí. Una virtud hoy en día muy escasa, pues los arquitectos suelen obsesionarse por mostrar "la impronta de su estilo", en vez de plegarse a las necesidades de las preexistencias arquitectónicas. Finalmente, el 26 de enero de 2014, pudo ser inaugurada solemnemente la cruz-carrillón por el obispo de Culiacán, completándose así el conjunto arquitectónico.

De la región noroeste al centro: la iglesia de La Aparecida

Esta obra religiosa en Sinaloa le sirvió a Molina Montes como antecedente para afrontar el proyecto de otro templo, realizado en el oriente de la Ciudad de México, con evidentes similitudes morfológicas y estructurales, lo cual abriría el debate de si la repetición de una obra arquitectónica en contextos urbanos y climáticos distintos le restaría valores históricos. O si, por el contrario, forma parte de un proceso profesional recurrente entre los arquitectos o ingenieros, al perfeccionar y reutilizar sus propias soluciones a lo largo de su trayectoria laboral.

Esta situación la encontramos ejemplificada en la parroquia de Nuestra Señora Aparecida (1958-59), la cual fue construida en la colonia Jardín Balbuena,[12] a raíz del crecimiento urbano que se había tenido desde los años treinta en aquella zona oriental de la capital. La expansión de la ciudad aprovechaba los terrenos planos ganados al antiguo suelo lacustre, que crecía hacia aquella zona por la cercanía del aeropuerto, tanto del primer puerto aéreo militar en los llanos de Balbuena,[13] como en el segundo, justo al lado del Peñón de los Baños. Primero se habían comenzado a experimentar con pequeñas viviendas populares –las viviendas obreras de Juan Legarreta, en 1933–[14] y luego, a fines de los cincuenta, con edificios para la clase media –la Unidad John F. Kennedy, de Mario Pani y Luis Ramos en 1964– la mayoría de los cuales aún permanecen, aunque con algunas transformaciones en sus formas y espacios comunes. Se trataba de grandes zonas habitacionales que requerían de equipamiento urbano, como mercados y templos, por lo que la construcción de la parroquia respondía a una demanda de la población católica local, que requería un templo cercano, moderno y formalmente contrastante para significar la jerarquía religiosa sobre el entramado habitacional.

No se conocen con exactitud los años de construcción del templo de la Aparecida en Balbuena, pero por el documento legal para su nacionalización como Bien Federal, ante la Secretaria de Gobernación, se sabe que estaba ya "abierto al público desde 1959",[15] por lo que pudo haberse edificado muy poco tiem-

[12] Información proporcionada por Alberto González Pozo, julio de 2015.

[13] Estos llanos correspondían a dos antiguas haciendas: Santa Lucía y La Magdalena, ambas pertenecientes a la familia Braniff. Cuando el gobierno adquiere dichos predios, en 1905, quedan temporalmente en descuido, tiempo después se ocuparon para operaciones de carácter aeronáutico. Desde la década de los treinta comienza la urbanización y lotificación, lenta y paulatina, hasta que, en 1953, Ernesto P. Uruchurtu, el jefe del Departamento del Distrito Federal fraccionó toda la zona para uso habitacional, y se construyeron casas y departamentos de carácter popular financiados por el entonces Banco Nacional Hipotecario. La cercanía al mercado de La Merced llevó a bodegueros y comerciantes a comprar predios para construirse residencias, embelleciendo inherentemente la zona; las viviendas de carácter popular fueron repartidas entre funcionarios gubernamentales, así como a la iniciativa privada. La estructura urbana, con base en retornos y supermanzanas, se debió a Mario Pani y Agustín Landa Verdugo

[14] Vargas Salguero, Ramón, "Región Centro", en *Arquitectura de la Revolución y Revolución de la Arquitectura*, HAYUM, v. IV, t. I, México, UNAM/FCE, 2009, p. 201.

[15] <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203505&fecha=04/08/2011> (29 agosto 2015).

Vista exterior del templo de Nuestra Señora Aparecida, en la colonia Jardín Balbuena, delegación Venustiano Carranza, CDMX, 2015. Foto: Ivan San Martín.

Vista interior del templo de Nuestra Señora Aparecida, 2015. Foto: Ivan San Martín.

po antes, justo con la expansión de los cascarones de concreto. La advocación de Nuestra Señora de la Concepción Aparecida era sin duda un tanto ajena para el feligrés mexicano, sin embargo, en Brasil la consideran como su patrona nacional desde 1929,[16] un culto que gradualmente se había extendiendo por los países católicos de Latinoamérica, incluido México desde luego.

El templo en Balbuena se construyó en un predio esquinero,[17] en la confluencia de dos avenidas de cierta importancia –Francisco del Paso y Troncoso y Lorenzo Boturini– un emplazamiento que si bien parecía asegurarle una adecuada visibilidad urbana –reforzada con el contraste formal hacia las casas y edificios predominantemente bajos– el paso de las décadas terminaría por alterarlo. Primero, la cercana construcción del edificio de la delegación Venustiano Carranza acarrearía un incremento del comercio y servicios en la zona –una demarcación relativamente nueva en su fundación (1970)– y luego, a finales del siglo, la edificación de una vialidad elevada que le circunda y asfixia, al punto de dificultar el acceso peatonal de los feligreses y obstaculizar la percepción de su imagen urbana.

La planta principal del templo se encuentra elevada del nivel de la calle –a fin de situar un sotanillo para una capilla secundaria y demás servicios complementarios– razón por la cual es necesario ascender por una escalinata que conduce a una plataforma vestibular, hoy cubierta por una improvisada estructura protectora del sol y la lluvia, y que sin duda obstaculiza la percepción de su tímpano triangular monumental. Al interior, la espacialidad fue en extremo sencilla: una sola nave rectangular con el altar orientado hacia el poniente, mientras el acceso se realiza desde los pies del templo, con su acceso principal justo por debajo de un reducido coro longitudinal. Al fondo, sobre el muro cabecero del altar que mira al poniente fue colocada una sencilla cruz, mientras encima se insertó un poderoso vitral ambarino en forma de estrella de cinco puntas desiguales, en cuyo centro se exhibe la venerada imagen de la Aparecida, punto lumínico hacia

[16] Su origen se remonta a 1717, cuando en la costa de Guaratingueta –cerca de São Paolo– unos pescadores encontraron una pequeña imagen de terracota oscura entre sus redes, representando a la Virgen María como la Inmaculada Concepción. Aquel hallazgo dio origen a una capilla, cuya devoción se fue extendido geográfica y cronológicamente, hasta llegar a mediados del siglo XIX, cuando se le construyó un santuario, el cual en la actualidad es visitado anualmente por unos 75 000 peregrinos.

[17] Francisco del Paso y Troncoso núm. 307, colonia Jardín Balbuena, delegación Venustiano Carranza, CDMX.

donde los feligreses dirigen sus plegarias durante el día.

La planta arquitectónica fue prácticamente idéntica a la del templo en Culiacán, con cascarones de concreto que cubren la única nave rectangular, los dos primeros cuadrados para conformar la nave para la feligresía, mientras el tercero del fondo, recubre el presbiterio con una solución de cascarones distinta. Los tres mantos de paraboloides hiperbólicos se encuentran soportados en apoyos laterales, bajo cuya silueta se deja espacio para cinco tímpanos triangulares ocupados por vitrales azulosos y ambarinos: cuatro laterales de menor tamaño y el principal imponente sobre el acceso. Los vitrales fueron fabricados en Talleres Vitrales Hernández, bajo el diseño figurativo del arquitecto y fraile Gabriel Chávez de la Mora, una de las tantas colaboraciones de este artista singular –titulado en 1955 en su natal Jalisco, para luego tomar los hábitos de la orden benedictina–[18] y quien tanto ha contribuido al desarrollo de la arquitectura eclesial católica.

Vistas de los vitrales del templo de Nuestra Señora Aparecida, de la autoría de fray Gabriel Chávez de la Mora, 2015. Foto: Ivan San Martín.

La obra en su conjunto posee características arquitectónicas y urbanas que la dotan de cualidades aptas para la celebración litúrgica y de gran significación hacia el entorno habitacional en donde se halla inmersa. Fue edificada hacia los mismos años, pues ha de recordarse que el templo en Culiacán se realizó entre 1957-1967, mientras que el de Balbuena fue edificado hacia 1958-1959. Pros y contras se entrecruzan entre ambas soluciones, pues mientras la circunstancia paisajística de La Lomita es superior, la cercanía de la colonia con el templo de Balbuena la convierte en una iglesia intensamente utilizada durante todos los días de la semana.

Consideraciones finales

Varios son los autores mexicanos que merecen ser rescatados por la historiografía arquitectónica contemporánea, sin embargo, la escasez de las fuentes, la inexistencia de inscripciones autorales en las obras y la gradual ausencia física de muchos de ellos han dificultado el trabajo de la construcción histórica de sus trayectorias profesionales y posibles entrecruzamientos. Este ha sido el caso de Molina Montes, quien, afortunadamente, todavía

[18] Nacido en 1929, se tituló el 20 febrero 1955 con el proyecto de un centro parroquial en San José Analco, Guadalajara. Fue el primer egresado como arquitecto de la Universidad de Guadalajara. Tres meses después, ingresó a la Orden de San Benito y alcanzó su profesión monástica el 15 de agosto de 1956.

pudo ser entrevistado hace ya algunos años por Alejandro Ochoa, dentro del proceso de investigación sobre la arquitectura sinaloense, para el libro que se ha citado en este texto.

Otro obstáculo para el rescate de estas figuras ha sido la conservación de los archivos profesionales, los que muy a menudo suelen ser destruidos cuando la demanda profesional comienza a declinar, y solo en ocasiones logran permanecer cuando algún socio o familiar cercano decide continuar el trabajo profesional del despacho. Esto dificulta en gran medida la reconstrucción de sus entrecruzamientos profesionales y, sobre todo, la interpretación de las obras construidas, pues no se puede confrontarlas con los planos arquitectónicos ni con los bocetos previos al diseño, además de la imprecisión de ciertos datos técnicos colaterales, como los nombres de todos los colaboradores y los años específicos de las diversas etapas constructivas. En el caso que nos ocupa y ante la inexistencia de más datos que reconstruyesen el contexto profesional de Molina Montes, es muy difícil emitir un juicio acerca de la evidente similitud de ambos proyectos y la posible dialéctica entre ellos y, por consiguiente, si esta circunstancia minimiza o no su valor arquitectónico dentro del desarrollo de la arquitectura eclesial mexicana.

Ante esta inexistencia de fuentes, la interpretación solo puede ceñirse a la dimensión física de los templos construidos, con las transformaciones que el tiempo podría haberles producido. En el caso del santuario de Culiacán, las modificaciones han sido mayormente benéficas, pues el campanario actual se integra plenamente a la preexistencia, además de que su gran altura potencia aún más su simbolismo dentro del paisaje urbano. En contraste, si bien la parroquia de la Jardín Balbuena no ha sufrido grandes modificaciones a su estructura, los cambios en su entorno urbano la han desmerecido, tanto en su imagen urbana, como en la accesibilidad de los feligreses, algunos de los cuales deben superar grandes obstáculos peatonales para poder acceder al templo. Y es que más allá de los juicios arquitectónicos que pudiéramos hacer, la evaluación más contundente la tienen las respectivas feligresías a partir de sus experiencias religiosas, a las que nada le suma o le resta la posibilidad de compartir la semejanza de un templo a cientos de kilómetros de distancia, ni los entrecruzamientos profesionales que tanto nos preocupan a quienes intentamos reconstruir las múltiples historias posibles de la arquitectura mexicana.

Bibliografía

La construcción de los sueños, vida de Manuel Suárez y Suárez, Fondo Documental Manuel Suárez, México, 2012.

Ochoa Vega, Alejandro, *Modernidad arquitectónica en Sinaloa*, México, UAM, 2004.

Vargas Salguero, Ramón, "Región Centro", en *Arquitectura de la Revolución y Revolución de la Arquitectura*, HAYUM, v. IV, t. I, México, UNAM/FCE, 2009.

<http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5203505&fecha=04/08/2011> (29 agosto 2015).

Geometría sagrada: templos de Alberto González Pozo y Juan Antonio Tonda en Coyoacán

Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes
Eduardo Alarcón Azuela

La época de construcción de cascarones de concreto armado en México tuvo continuidad más allá de la sorprendente producción de Félix Candela y su empresa Cubiertas Ala. Esto queda demostrado en varios proyectos de los arquitectos Alberto González Pozo (discípulo de Enrique de la Mora) y Juan Antonio Tonda (discípulo de Félix Candela) quienes, trabajando en equipo como sus mentores (González Pozo como proyectista, director y responsable de las obras, y Tonda como calculista y constructor de los cascarones) levantaron varios templos católicos en distintos barrios de la alcaldía de Coyoacán, al sur de Ciudad de México.

Alberto González Pozo (Ciudad de México, 1934) estudió en la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM, hoy Facultad) entre 1952 y 1957. Tras trabajar por periodos breves con otros arquitectos, como Mario Pani y Salvador Ortega (en la empresa Condominio S.A.) o Abraham Zabludovsky, se incorporó al despacho de Enrique de la Mora y Palomar, en el que Fernando López Carmona era jefe de taller y aportaba sus acertadas soluciones geométricas a los proyectos en los que se utilizaban cascarones de concreto armado. En 1958, González Pozo viajó a Alemania para ampliar estudios en la Universidad Técnica de Darmstadt, becado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD, por sus siglas en alemán). Regresó al año siguiente y volvió a colaborar con el arquitecto De la Mora, pero ahora con responsabilidades mayores, en varios proyectos y obras realizados a lo largo de los años sesenta, en los que figuró como arquitecto colaborador (distinción que De la Mora solo había brindado a López Carmona).

El joven arquitecto participó activamente en el proyecto de la sede para Seguros Monterrey en Polanco, Ciudad de México, primer edificio colgante en el país, constituido por dos grandes núcleos de concreto armado que contienen las circulaciones verticales y sostienen una gran armadura metálica de la que penden los tensores metálicos que sostienen los entrepisos. En la parte superior, corona el edificio un volumen independiente soportado por marcos invertidos y cubierto con una ligera catenaria de concreto. En la solución del notable reto estructural intervino el ingeniero Leonardo Zeevaert, quien ya era famoso por haber diseñado la estructura de la Torre Latinoamericana. En 1963, poco antes de cumplir los 30 años de edad, González Pozo abrió su oficina precisa-

mente en el edificio Seguros Monterrey, donde tuvo como socio durante cuatro años al arquitecto Leonardo Vilchis Platas. Juntos realizaron proyectos de distinta naturaleza, como viviendas, edificios de oficinas y las tres primeras iglesias que se analizan en este trabajo.

Por su parte, Juan Antonio Tonda (Madrid, 1931-Ciudad de México, 2016), quien había llegado en su niñez a México con el exilio republicano español de 1939, fue quizás el discípulo más aventajado que tuvo Félix Candela en la ENA. Al percatarse de la destreza de su alumno en los campos de la geometría, las matemáticas y la física, Candela lo invitó a trabajar en su empresa Cubiertas Ala. Así, Tonda participó en el diseño, cálculo y construcción de varios cascarones de concreto armado, y llegó a convertirse en el "brazo derecho" de su jefe, tanto que Candela le encomendó la responsabilidad total de algunos proyectos que él ya no podía –o no quería– asumir, como los cascarones realizados en el hotel Casino de la Selva, en Cuernavaca. Además, el discípulo empezó a recibir sus propios encargos y sus proyectos tuvieron notables diferencias respecto a los de su maestro.

Aunque hay otros proyectos en los que Tonda calculó cascarones diseñados por González Pozo, como los del Conjunto Industrial Pastejé (con De la Mora) o la Fábrica Rivetex, en Cuernavaca, este trabajo se centra en sus proyectos de arquitectura religiosa, pues en entrevistas realizadas por separado, ambos arquitectos hicieron hincapié en los paraboloides hiperbólicos que levantaron en Coyoacán.

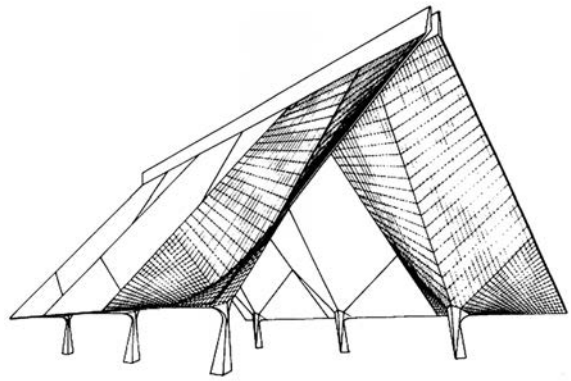
Nueva arquitectura religiosa en la periferia de la ciudad

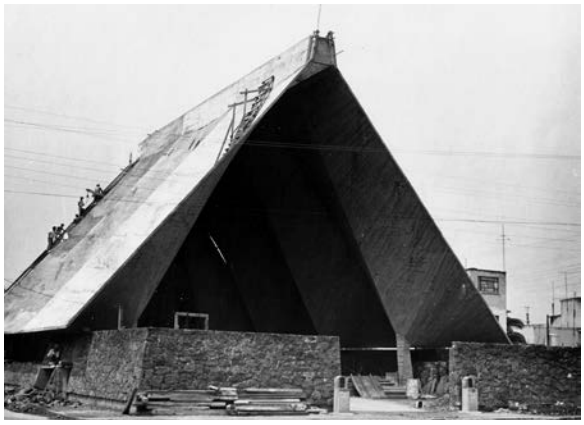
Dos hitos urbanos del siglo XX mexicano se levantaron al sur de la capital sobre la lava petrificada del volcán Xitle: el fraccionamiento Jardines del Pedregal, ideado por Luis Barragán, y la Ciudad Universitaria, proyecto coral de los arquitectos más representativos de nuestra modernidad. Muy cerca de allí, en las laderas del extremo oriental de estos pedregales, se asentaron varios poblados o rancherías, algunos incluso de origen prehispánico que pervivieron durante la colonia, como Los Reyes, La Candelaria, Xotepingo, San Pablo Tepetlapa y Santa Úrsula Coapa, que cuando se conformó la división política del Distrito Federal quedaron incorporados a la delegación Coyoacán (hoy alcaldía). A lo largo de la segunda mitad del siglo XX, nuevas colonias como El Rosedal, El Reloj o Bosques de Tetlamaya, entre otras, se fusionaron con las poblaciones originarias que quedaron absorbidas por el complejo rompecabezas que conforma la gran metrópoli.

A principios de los años sesenta, la Congregación del Oratorio de San Felipe Neri, de México, emprendió la tarea de edificar parroquias en esas nuevas colonias, donde ya existían pequeñas capillas provisionales. El Padre Miguel Herrera Hernández, miembro de la congregación, encargó al arquitecto Alberto González Pozo el diseño y la construcción de tres nuevos templos que se financiarían con las limosnas de los fieles, razón por la que tardaron varios años en edificarse. Así, se emprendieron los proyectos de Nuestra Señora de Guadalupe, en El Rosedal; San Antonio de Padua, en Xotepingo; y La Inmaculada Concepción, en la también nueva colonia El Reloj.

Nuestra Señora de Guadalupe, en El Rosedal

Al recibir el primer encargo del padre Herrera, González Pozo y su socio, Leonardo Vilchis, plantearon una capilla cubierta con un cascarón en forma de hiperboloide de revolución, aprovechando que su ubicación, en el camellón de la avenida principal del fraccionamiento El Rosedal, otorgaba ciertas libertades



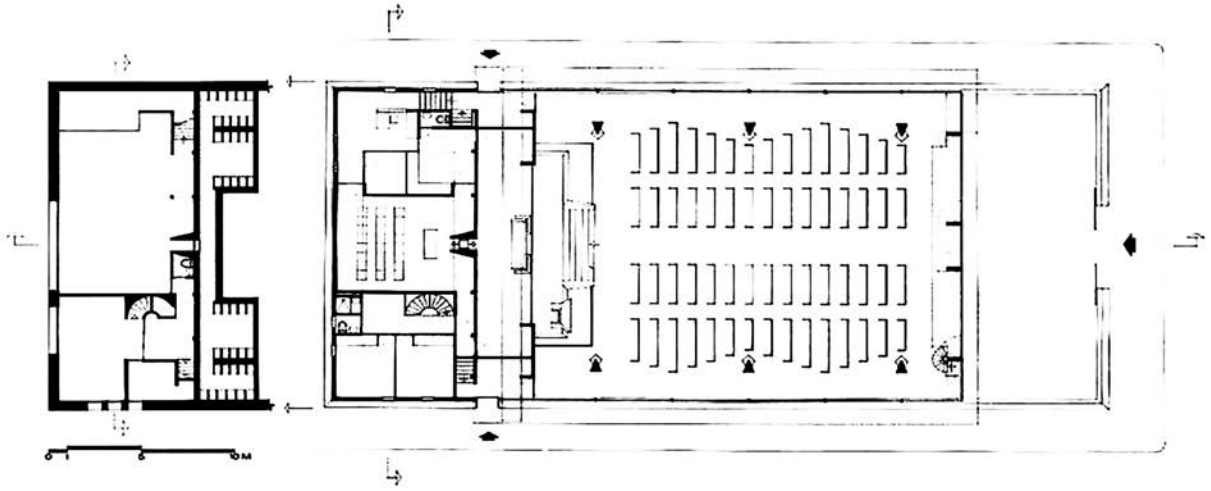


Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, en El Rosedal. Arriba, esquema estructural que muestra los tres pares de paraguas inclinados y enfrentados entre sí, con las dos trabes rigidizantes en el borde superior (una por cada hilera de paraguas); al centro, durante el proceso constructivo. Dibujo y foto: Archivo Alberto González Pozo. Abajo, vista exterior. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

compositivas. Al igual que hiciera en su momento Enrique de la Mora, su discípulo acudió a Cubiertas Ala para que Félix Candela lo asesorara en el diseño estructural del proyecto. Candela vio con escepticismo la propuesta original y le sugirió que buscara otra alternativa.

González Pozo y Vilchis propusieron entonces dos hileras de tres pares de paraguas inclinados y enfrentados entre sí para cubrir el templo. Hacia el centro, los tres paraguas de cada hilera apuntan al cielo y se rigidizan por medio de dos trabes de borde (una por hilera) que están separadas y ligadas por conectores de concreto; por el espacio que queda entre ambas, penetra la luz cenital que baña al templo. Hacia el exterior, los paraguas rematan en un borde horizontal a la altura del muro de cerramiento. Candela calculó los paraguas, pero solo construyó el primer par, los dos últimos pares fueron construidos por Juan Antonio Tonda, tiempo después.

Esta solución de paraguas inclinados guarda cierta semejanza con la de la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, que Candela había terminado unos años antes, pero los jóvenes arquitectos aplicaron un razonamiento geométrico más sencillo y ciertas diferencias proyectuales que facilitaron la construcción. A diferencia de la iglesia de la colonia Vértiz Narvarte, en la de El Rosedal la cumbrera es horizontal y los paraguas –como ya se dijo– no llegan a tocarse, lo que supone una ventaja constructiva con respecto a la anterior, donde los paraguas se unen en la parte superior, por lo que se tuvo que aplicar un regrueso para evitar fisuras. Además, la cumbrera va ascendiendo desde la portada hasta el ábside por lo que todas las superficies parabólico-hiperbólicas son distintas, con la complicación que eso supone para la construcción y reutilización de las cimbras. Por otra parte, los cerramientos perimetrales de la iglesia de Candela están formados por una trabe de borde zigzagueante que rigidiza los cascarones y genera fachadas formadas por toscos triángulos, mientras que los cascarones laterales de El Rosedal terminan



Planta arquitectónica de la iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, en El Rosedal, CDMX. A la izquierda, la planta sótano que se encuentra bajo el anexo. Dibujo: Archivo Alberto González Pozo.

unos elegantes y ligeros bordes horizontales que flotan por encima del muro perimetral.

Todo el conjunto de planta rectangular está contenido por un muro perimetral de piedra braza (originalmente negra pero desafortunadamente pintada de rojo) que, en uno de sus lados cortos, abre el acceso a un pequeño atrio. La feligresía ingresa a la iglesia a través de varias puertas ubicadas bajo el coro. El espacio de 14 m que queda entre las columnatas define el ancho de la nave, que tiene 25 m de longitud y remata en el presbiterio, donde el altar queda enmarcado por un moderno retablo de madera que recibe una iluminación rasante por medio de tragaluces hábilmente incorporados entre los bordes inclinados del último par de paraguas y el muro testero. Entre los muros laterales y las columnatas se generan dos pasillos paralelos a la nave. Estos espacios de circulación son de ancho variable pues la distribución de las bancas está pensada para que la visual al altar no sea interrumpida por las columnas. En el anexo, construido detrás del muro testero en una etapa posterior, se ubican las oficinas parroquiales, un espacio de criptas y una pequeña capilla cubierta con una grácil catenaria.

Interior de la iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, en El Rosedal. Vista hacia el presbiterio, con el altar enmarcado por el retablo de madera, diseñado por José Reyes Meza (arriba) y vista hacia el acceso y el coro (abajo). Se aprecian los pares de paraguas inclinados y enfrentados entre sí que forman la nave, así como el tragaluz de cumbrera que forma la viga de borde que une los paraguas. Fotos: Juan Ignacio del Cueto.

Además de procesos proyectuales o soluciones técnicas, González Pozo aprendió con De la Mora que el objeto arquitectónico puede enriquecerse con elementos plásticos como murales, vitrales o piezas escultóricas. Por aquellos años, el joven arquitecto frecuentaba un círculo de artistas en el que participaban Zita Basich y Federico Canessi, y a través de ellos conoció al muralista tamaulipeco José Reyes Meza, autor de buena parte de los murales del salón principal del hotel Casino de la Selva, en Cuernavaca.

Reyes Meza era un pintor figurativo, pero accedió a elaborar, para el templo de El Rosedal, un retablo abstracto. Debido a la escasez de recursos, el artista utilizó piezas de madera de ayacahuite de tercera clase acomodadas en sentido vertical y en diferentes planos, generando entrantes y salientes que juegan con la luz cenital de la cumbrera y con la iluminación perimetral proveniente de los tragaluces insertos en las franjas que quedan entre la nave y el muro testero, lo que brinda un asombroso efecto de claroscuros que remite, sutilmente, a la riqueza plástica de los retablos barrocos.[1]

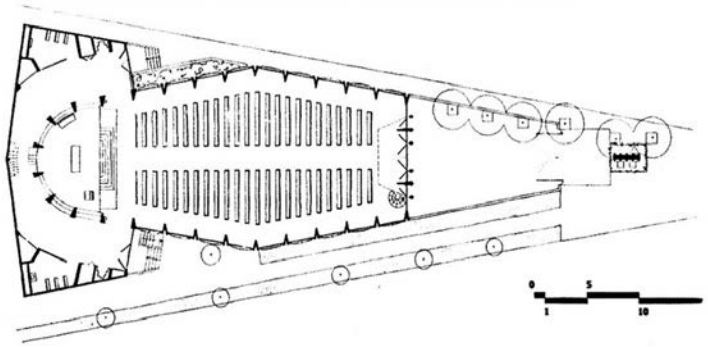
Para el vitral de la fachada principal del templo, González Pozo pidió un diseño a su amigo Alberto Arouesty, arquitecto y pintor, pero el Padre Herrera ya había encargado a un sacerdote con vocación artística la imagen de la Virgen de Guadalupe que se contempla actualmente.

[1] Esta afortunada solución para el retablo de Nuestra Señora de Guadalupe, en El Rosedal, recuerda el lambrín decorativo que diseñó unos años después fray Gabriel Chávez de la Mora para los muros laterales del presbiterio de la Nueva Basílica de Guadalupe, y también al retablo principal realizado más recientemente en la catedral de Zacatecas.

San Antonio de Padua, en Xotepingo

Esta zona del sur de la Ciudad de México fue atravesada por una importante vialidad que acompañaba el trazo del acueducto subterráneo, construido durante el porfiriato, para llevar agua desde los manantiales de Xochimilco hasta los cárcamos del Bosque de Chapultepec. Una de las casas de bombas de esta infraestructura hidráulica se ubicó en terrenos de lo que había sido la hacienda de Xotepingo. Después de la Revolución Mexicana, la arteria urbana que corre sobre el acueducto recibió el nombre de Avenida División del Norte, en honor al ejército de Pancho Villa. Al ser una vía que recorre la ciudad en diagonal, forma cuchillas que generan terrenos en ángulo agudo; en uno de ellos, que hace esquina con la calle Madroño, existía un templo provisional levantado con materiales perecederos que fue sustituido por la nueva iglesia de San Antonio de Padua, encomendada por el padre Herrera a los mismos arquitectos del templo que se construía, en aquel momento, en El Rosedal.

La primera propuesta que desarrollaron presentaba una original solución en planta de cruz latina cubierta con paraboloides hiperbólicos. Candela volvió a ser consultado y les comentó que le encontraba similitudes con un templo que se construía en aquel entonces en Japón –sin mencionar más detalles– del que ni González Pozo ni Vilchis habían oído hablar (más adelante se darían cuenta de que se refería a la Catedral de Santa María, de Kenzo Tange). Candela aceptó estudiar la propuesta, pero cuando estaba en la tarea, su esposa, Eladia Martín, falleció. Era el año 1963, y unos meses después de quedar viudo les comunicó en una escueta carta que no había sido posible resolver el problema "ni por esfuerzos de sismo ni por viento" y que deseaba retirarse del proyecto, sugiriéndoles que a partir de ese momento cualquier tema de cascarones lo trataran di-

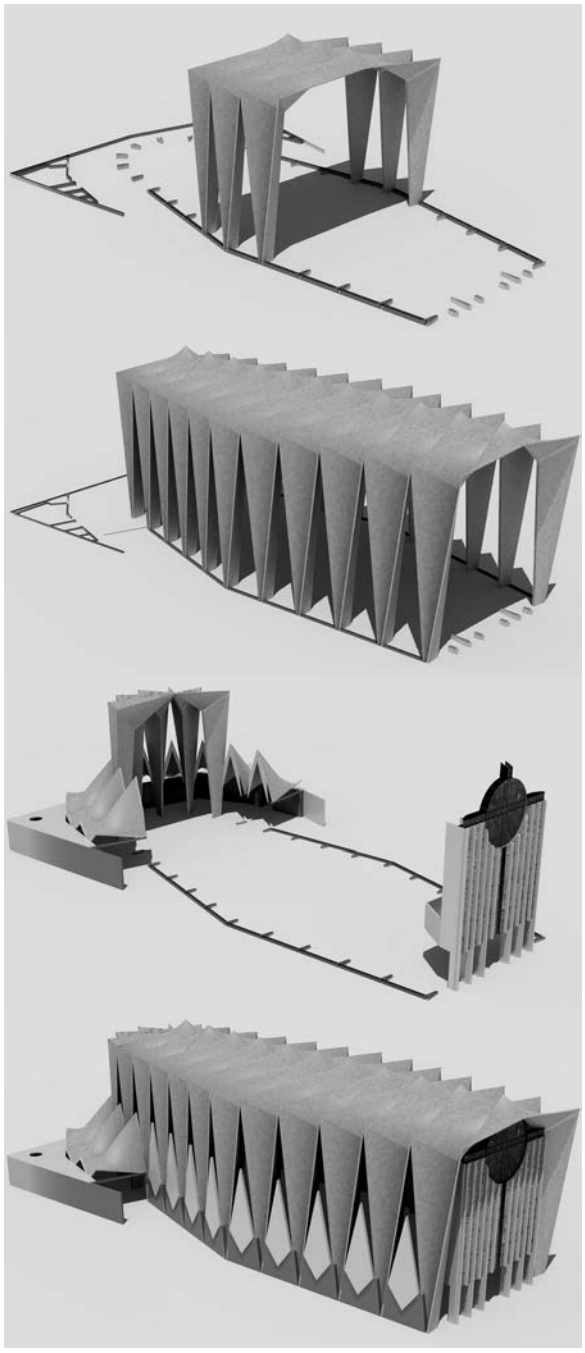


Planta arquitectónica de la iglesia de San Antonio de Padua, en Xotepingo. Archivo Alberto González Pozo.

rectamente con Juan Antonio Tonda, sin la participación de Cubiertas Ala.

Ante la urgencia de plantear una nueva solución para la nave, los arquitectos propusieron, con la asesoría de Tonda, una estructura a partir de un módulo en forma de marco angosto formado por dos apoyos plegados, que sostienen un tramo de cubierta resuelta con cuatro tramos de paraboloide hiperbólico de borde recto, que se van elevando ligeramente hasta unirse en punta en el centro de simetría del rectángulo que cubren, generando una pequeña cúspide. Así, la nave se podría cubrir con varios marcos de este tipo. La nueva solución era más adecuada para llevar a cabo el cometido pues, a sabiendas de que la obra se financiaba con limosnas y su construcción dependía de un flujo económico intermitente, esta estrategia permitiría que el templo se fuera levantando tramo por tramo, en varias etapas.

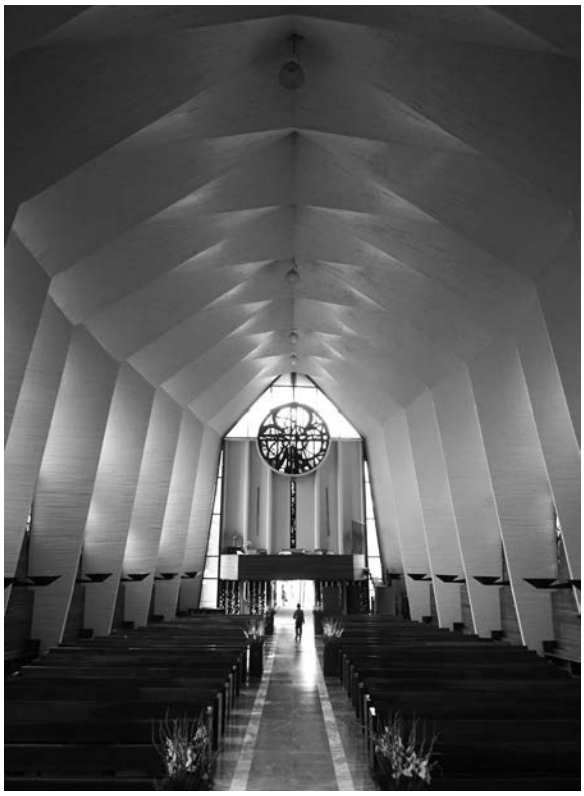
El partido arquitectónico aprovechó al máximo el triángulo isósceles que forma el terreno, utilizando su bisectriz como eje de simetría para solucionar el templo de una sola nave resuelta en planta por dos trapecios regulares unidos en su base mayor. En el ángulo agudo que forman la Avenida División del Norte y la calle Madroño, se ubican el campanario exento (en el vértice del triángulo) y una pequeña plazuela que da acceso al atrio a través de unas puertas pivotantes. En el lado contrario, ocupa



Cuatro momentos en el proceso constructivo de la estructura de la iglesia de San Antonio de Padua, en Xotepingo. Las últimas etapas corresponden a la construcción de la girola y la portada. Modelo tridimensional: Moisés Escárcega.

la parte más ancha del terreno el ábside resuelto con una girola cubierta con paraboloides hiperbólicos de una altura sensiblemente menor a los de la nave; en ese espacio se ubican ser-

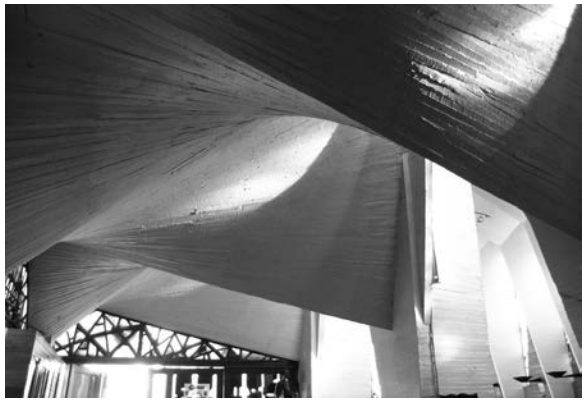
Vista exterior de la iglesia de San Antonio de Padua, en Xotepingo, CDMX. Foto: Archivo Alberto González Pozo.



Interior de la iglesia de San Antonio de Padua, en Xotepingo. Vista de la nave hacia el presbiterio y el ábside. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

vicios anexos y la escalera que baja a la sacristía y la cripta.

La estrategia para la construcción de la iglesia fue empezar a levantar los módulos estructurales desde el centro, por la parte más ancha de la nave, para poder ir reutilizando el material de la cimbra en las etapas construc-



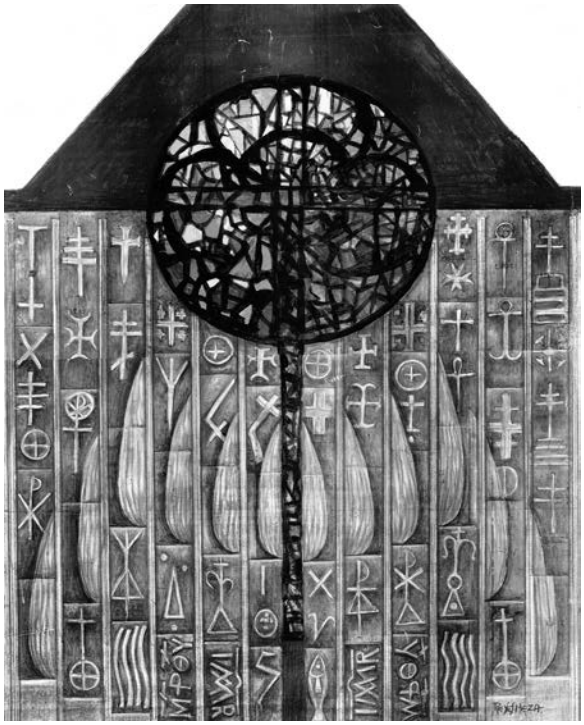
Iglesia de San Antonio de Padua, en Xotepingo. Vista de los paraboloides hiperbólicos que forman la girola. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

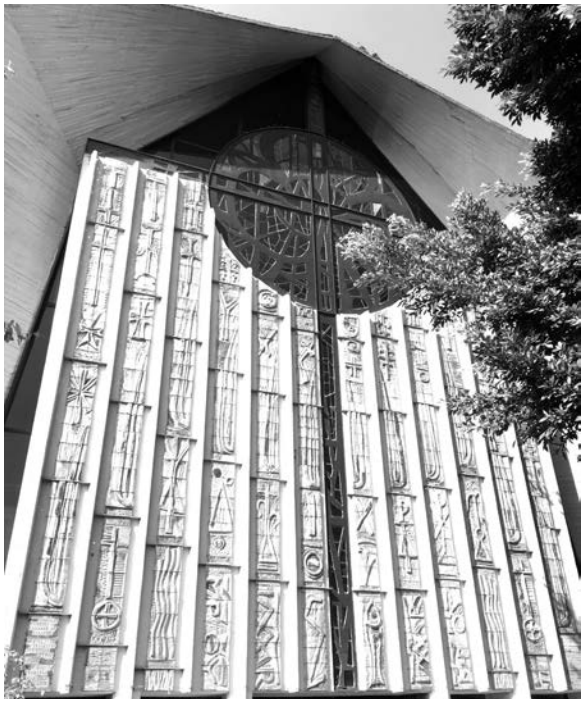
tivas subsecuentes. Se construyó primero el primer módulo estructural, el que libra mayor claro, y a partir de allí se fueron aumentando tramos simétricos por pares que van disminuyendo en tamaño hasta completar los 11 módulos que forman la nave de la iglesia. La girola y la portada fueron las últimas etapas constructivas.

El volumen de la iglesia se expresa hacia el exterior por medio de los módulos estructurales que se van desplegando uno tras otro. El perfil puntiagudo de las fachadas le confiere al edificio una morfología peculiar que le ha granjeado en el barrio el mote de "el acordeón".

En la nave, los pliegues de concreto pintados en blanco se bañan con la luz pigmentada que penetra por los vitrales, generado un espacio interior sorprendente y diáfano, con una esbelta proporción en altura que recuerda la espacialidad gótica. Los paraboloides hiperbólicos que cubren la girola conservan la textura de la cimbra; sus superficies alabeadas brindan a ese espacio semicircular una destacable expresividad tectónica resaltada por la luz tamizada que se filtra por los emplomados de coloridos cristales.

Para solucionar la portada principal, rematada por un gran rosetón, que remite también





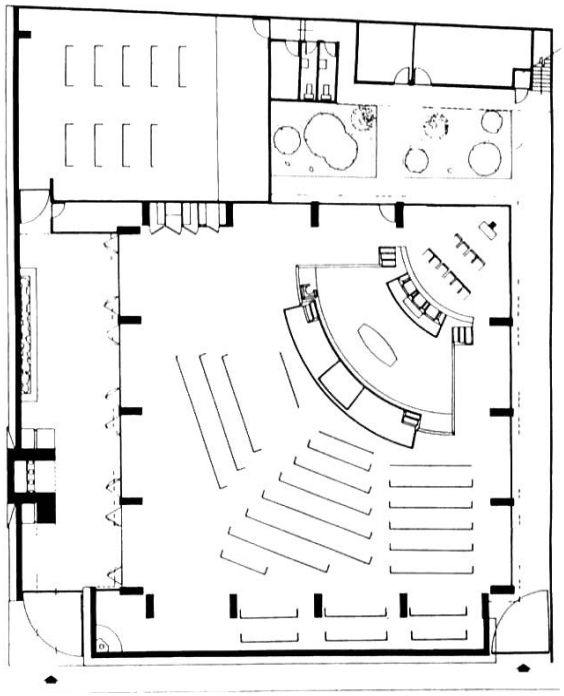
Portada de la iglesia de San Antonio de Padua. Diseño original de José Reyes Meza (arriba), con el rosetón y los tableros verticales que representan a los doce apóstoles. Las placas de cerámica de alta temperatura fueron realizadas por Graziella Díaz de León, y los emplomados por el vitralista José de las Peñas. Dibujo de José Reyes Meza, Archivo Alberto González Pozo. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

a la arquitectura gótica, González Pozo diseñó una subestructura autoportante de acero y concreto que no toca la estructura principal. Tonda calculó este muro independiente que soporta también el coro, y solucionó la cimentación para garantizar su estabilidad.

González Pozo proporcionó un detallado dibujo de la portada a José Reyes Meza para que diseñara el rosetón y los doce tableros verticales que decoran la fachada. Los emplomados del rosetón y los que iluminan el interior del templo en todo su perímetro, fueron realizados con cristales de color importados de Chartres, Francia, por el vitralista español –también exiliado– José de las Peñas. Las placas de cerámica esmaltada de alta temperatura que forman los tableros, y representan a los doce apóstoles, fueron realizadas por la ceramista Graziella Díaz de León; las dos placas que están colocadas en los extremos inferiores de la composición recogen los nombres de los arquitectos y artistas que participaron en el diseño de esta iglesia, cuyo ambiente sobrecogedor –quizás uno de los más impactantes de nuestra arquitectura moderna– es un secreto por descubrir para los habitantes de la capital.

La Inmaculada Concepción, en El Reloj

El último de los tres templos encargados por el Padre Herrera se levantó en un solar de esquina de la nueva colonia El Reloj, tambien en la Ciudad de México. Primero se construyó una pequeña capilla anexa cubierta con un par de conoides de concreto, para celebrar las misas mientras se edificaba el templo principal. Para cubrir este espacio de planta cuadrada de 20 m por lado, González Pozo propuso, en primera instancia, tres mantos asimétricos de paraboloide hiperbólico de borde recto que descansaban solamente en tres apoyos. Tonda estudió a fondo esta solución y llegó a la



Planta del templo de la Inmaculada Concepción, en El Reloj, CDMX. La feligresía se dispone alrededor del altar "de cara al pueblo". Archivo Alberto González Pozo.

Vista interior del templo de la Inmaculada Concepción, en El Reloj. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

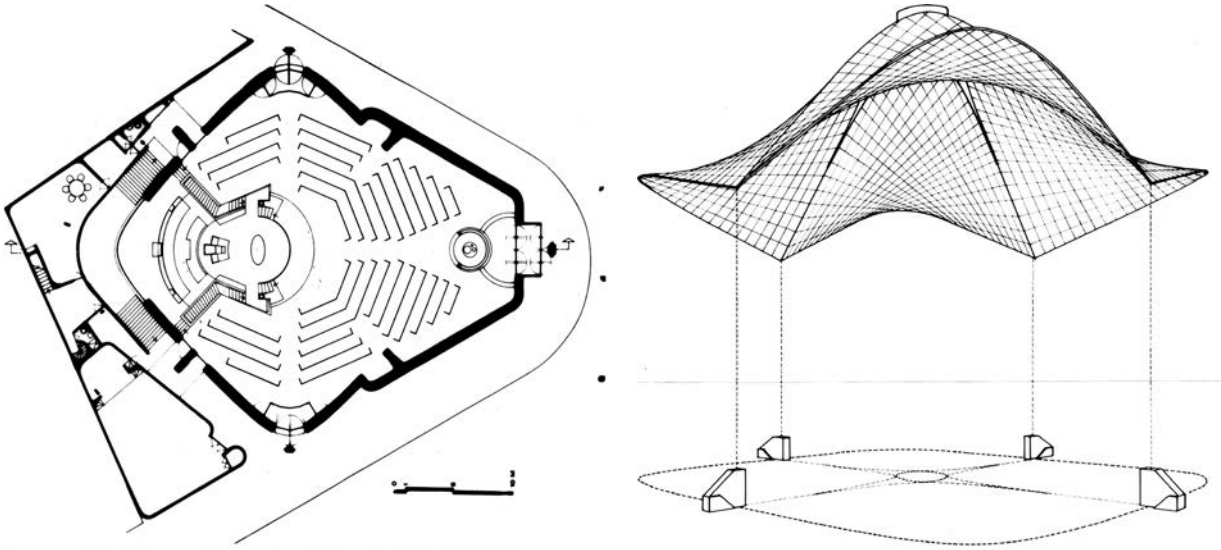
conclusión de que la estructura debía tener más apoyos, debido a la dificultad del cálculo de los mantos asimétricos, por lo que se decidió que los cascarones descansaran sobre unas losas de concreto que, a su vez, se apoyan en dieciocho columnas de sección rectangular que rodean el espacio cuadrado. Un estrecho atrio paralelo a la calle lateral, al que

Vista exterior del templo de la Inmaculada Concepción, con el campanario inclinado sobre la plazuela de acceso que se forma en la esquina. Foto: Archivo Alberto González Pozo.

se ingresa desde la esquina del solar, da acceso al templo por uno de sus costados, y a la capilla anexa, al fondo.

La planta cuadrada del volumen principal se inserta siguiendo la traza del terreno, pero el eje de composición se gira a 45° para ordenar el acomodo de los cascarones de la cubierta, así como la ubicación del presbiterio y la distribución del mobiliario. El espacio interior se diseñó con el altar de cara al pueblo, siguiendo las nuevas normas litúrgicas recién aprobadas en el Concilio Vaticano II.

La posibilidad de incorporar detalles artísticos era muy limitada, por lo que se encomendó a Reyes Meza la ejecución de unos vitrales en tonos azulados, que cubren las estrechas aberturas generadas en las uniones entre los cascarones. Las superficies alabeadas de los paraboloides hiperbólicos conservan la rica textura que aporta la huella de la cimbra, y brindan una calidad espacial que acoge a los fieles.



Planta arquitectónica y esquema estructural de los cuatro cascarones que cubren el templo de Santa María de los Apóstoles. Archivo Alberto González Pozo.

En el exterior se construyó un campanario inclinado, calculado por el ingeniero Heriberto Izquierdo, que destaca en el perfil de la colonia, al volar sobre la plazoleta de acceso ubicada en la esquina del solar.

Santa María de los Apóstoles, en Coscomate

A mediados de la década de los sesenta, el sur de la Ciudad de México continuaba su crecimiento exponencial. Por un lado, el límite oriental del Pedregal de San Ángel fue sobrepoblado a causa de asentamientos irregulares que llegaron a alcanzar a los poblados originarios ya mencionados y, por otro, se construyó el tramo sur del Anillo Periférico, vía rápida que conectaría las distintas sedes para los Juegos Olímpicos de 1968: Ciudad Universitaria, la Villa Olímpica, el Estadio Azteca y la Pista de Canotaje de Cuemanco, en los canales de Xochimilco.

Justamente en la lateral del Periférico, en una cuchilla que se genera en la esquina con la calle Coscomate, que lleva al imponente Estadio Azteca, se levanta la Parroquia de Santa María de los Apóstoles que, a diferencia de

Vistas interiores de la iglesia de Santa María de los Apóstoles. Anillo de compresión donde coinciden los cuatro mantos de paraboloide hiperbólico y los vitrales de Reyes Meza (arriba). Parte del mobiliario diseñado por González Pozo. Fotos: Juan Ignacio del Cueto.

Exterior de la Iglesia de Santa María de los Apóstoles. Foto: Archivo Alberto González Pozo.

las anteriores, no pertenece a la orden de San Felipe Neri, y se ubica en la nueva colonia de clase media alta (Bosques de Tetlamaya, cerca de Santa Úrsula Coapa, también en Coyoacán). En esta ocasión, el arquitecto Eduardo Ibargüengoitia participó como colaborador de González Pozo. A pesar de que fue el último templo en proyectarse de los cuatro aquí analizados, los recursos económicos no fueron obstáculo para apurar su construcción y concluirlo antes de que se inaugurara la Olimpiada.

El proyecto se abordó tras el Concilio Vaticano II (1962-1965), por lo que se manejaron *a priori* varias consideraciones proyectuales para crear un templo con el altar al centro, "de cara al pueblo". La cubierta se resuelve con cuatro mantos de paraboloide hiperbólico de borde curvo, sostenidos por cuatro apoyos que conforman una planta cuadrada con las esquinas redondeadas, aunque la entrada se alarga adaptándose a la forma del terreno. Esta expansión espacial se cubre con un quinto cascarón más bajo que los demás, en forma de conoide, que genera un nártex para recibir a los fieles y alberga la pila bautismal.

Los cuatro cascarones de concreto se van separando conforme ascienden hacia el centro hasta encontrarse en un anillo de compresión rematado por una esbelta linternilla que enfatiza la presencia de la capilla en su contexto urbano. Las oficinas parroquiales se ubicaron en un anexo adosado al volumen principal, construido en la parte posterior del terreno.

Los elementos arquitectónicos y el mobiliario del interior, como la pila bautismal, el presbiterio, los ambones, el altar, los sitiales de los celebrantes y del coro son creación de González Pozo dentro de un concepto de diseño total. Fray Gabriel Chávez de la Mora colaboró en la concepción de los accesorios litúrgicos y José Reyes Meza volvió a participar con el diseño de los vitrales, que fueron realizados también por el vitralista José de las Peñas: el central representa a la Virgen María con los doce apóstoles que dan nombre a esta iglesia, mientras que los dos laterales hacen alusión a un pentagrama que representa los cantos benedictinos de la Edad Media.

Desde su conclusión, las ondas blancas que dibujan los cascarones de este templo hacia el exterior se convirtieron en un hito reconocible a las altas velocidades con las que se circula por Anillo Periférico. La construcción del segundo piso del periférico menguó su presencia urbana y es difícil apreciarla desde de esta vialidad elevada; sin embargo, su efímera visión desde las alturas le aporta una nueva y dinámica perspectiva.

Cascarones sin Candela

La habilidad proyectual de Alberto González Pozo y la capacidad técnica de Juan Antonio Tonda se aunaron para dotar con sello propio los espacios religiosos presentados en estas líneas.

Tras su experiencia en común, ambos colegas siguieron caminos separados, pero coincidieron en una labor docente de gran calado tanto en la UNAM, su *alma mater*, como en otros ámbitos académicos, donde dejaron huella en varias generaciones de estudiantes de licenciatura y de posgrado. Desde 1980, González Pozo es profesor-investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) donde sigue impartiendo cátedra y desarrollando sus trabajos de investigación; su labor como teórico y crítico de la arquitectura y sus trabajos sobre las chinampas en la zona de Xochimilco han tenido gran repercusión. Por su parte, Tonda fue fundador y profesor de la Especialización en Diseño de Cubiertas Ligeras, en el posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (FA), y con la experiencia acumulada en el ámbito de la arquitectura religiosa siguió explorando nuevos caminos en la construcción de cascarones, que quedaron reflejados en las parroquias de María Madre de Cristo, Resurrección de Cristo y Divino Niño Jesús, construidas en la primera mitad de la década de los setenta, en Iztapalapa, al oriente de Ciudad de México, con la colaboración de su discípulo José Luis Rincón, quien actualmente sigue transmitiendo los fundamentos de la geometría estructural en la FA.

El verdadero legado de un maestro se manifiesta en las obras de sus discípulos, cuando estos asimilan y reinterpretan las virtudes de su mentor y toman un rumbo propio. Sus trabajos en los despachos de Enrique de la Mora y Félix Candela, respectivamente, fueron para González Pozo y Tonda una segunda escuela: el primero aprendió con el arquitecto De la Mora los "aspectos cualitativos en la prefiguración del espacio sacro" (título de uno de sus ensayos teóricos) y con Fernando López Carmona el trazo de superficies alabeadas complejas (paraboloides hiperbólicos, hiperboloides, conoides) que después aplicó con maestría. Mientras que Tonda absorbió en Cubiertas Ala las enseñanzas no solo de Félix Candela, también de su hermano Antonio, gran constructor, de quienes aprendió la filosofía de las estructuras resistentes por forma, las posibilidades que brinda en este campo el manejo del paraboloide hiperbólico, y la manera de diseñar, calcular y construir cascarones sin Candela.

Bibliografía

Antuña, Joaquín, Juan Ignacio del Cueto y Eduardo Alarcón, "Shell Construction in Mexico in the Sixties: Between the Industrialization of a Procedure and the Search for New Forms", en *Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage: Collection of Scientific Papers* (ISBN 978-5-9227-1040-4), San Petersburgo, Rusia, (en prensa).

Congregación del Oratorio de San Felipe de Neri, <http://sanpablo.oratorio.mx/>.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, *Presencia del exilio español en arquitectura mexicana*, INBA/FA-UNAM, México, 2014.

González Pozo, Alberto, "La arquitectura a contracorriente", en González Gortazar, Fernando (coord.), *La arquitectura mexicana del siglo XX*, México, Conaculta, 1996.

_____, *Enrique de la Mora*, Conaculta, México, 2000.

_____, "Aspectos cualitativos en la prefiguración del espacio sacro", en González Pozo, Alberto, *Entorno y cultura. Reflexiones sobre arquitectura, urbanismo y patrimonio*, UAM, México, 2013.

VV. AA., *Enrique de la Mora y Palomar: ideas procesos, obras*, Arquine, 2015.

San Martín Córdova, Ivan, *Estructura, abstracción y sacralidad. La arquitectura religiosa del movimiento moderno en la Ciudad de México*, México, FA-UNAM, 2016.

Tonda, Juan Antonio, *Félix Candela*, Conaculta, México, 2000.

... y el mundo

En la cresta de la ola. Panorama de la difusión internacional de Félix Candela en revistas de arquitectura

Vanessa Nagel

La difusión de Félix Candela en las revistas internacionales de arquitectura entre 1950 y 1970 fue sustancial para posicionar al arquitecto español como parte indisoluble del panorama de la modernidad mexicana. En el transcurso de dos décadas, la empresa que fundara Candela –Cubiertas Ala– produciría la mayor concentración de cascarones de concreto armado levantados en México, que forma hoy un patrimonio construido insustituible. En 1950 Candela iniciaría una fructífera producción de artículos técnicos y de divulgación de sus propias obras, mismos que serían traducidos e impresos en numerosos países. Al mismo tiempo, las sorprendentes estructuras que se iban edificando, llamarían la atención de críticos y editores de todo el mundo, aportando, ellos mismos, otra cuantiosa cantidad de información reseñada en las publicaciones periódicas especializadas. El nombre de Félix Candela se mantuvo vigente en los medios impresos durante dos décadas, situándose como el arquitecto de la modernidad mexicana más divulgado internacionalmente.

La presencia de Candela en las revistas europeas y estadounidenses de arquitectura se estudia aquí desde un inicial análisis cuantitativo que toma en cuenta las publicaciones de cinco países: Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Italia y España. Las primeras cuatro naciones se consideran los principales nodos de difusión de la arquitectura moderna. Por otro lado, España no solo fue un país clave en la difusión de la arquitectura mexicana, aun en un periodo de interrupción de relaciones diplomáticas provocado por el régimen franquista, sino que, por ser Candela español republicano exiliado en México, las revistas madrileñas superarían la censura para dar a conocer en su patria al notable arquitecto desterrado.

Abordar la difusión internacional de Félix Candela en las revistas de arquitectura revela una significativa complejidad: la cuantiosa información publicada con la que se cuenta. Lo abundante del material impreso ha impuesto para esta comunicación un caso de estudio: la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa,[1] la obra más difundida de la modernidad mexicana entre 1950 y 1970.

[1] Este es el nombre correcto, sin embargo, se difundió y todavía hoy es reconocida como "iglesia de la Virgen Milagrosa". En este texto se aludirá a este último nombre cuando las fuentes originales así lo mencionen, y, también, por fines prácticos, se abreviará como La Milagrosa.

Vías paralelas. Félix Candela y la arquitectura moderna mexicana

Entre 1950 y 1970, los años en que Cubiertas Ala –la empresa constructora de Félix Candela– estuvo activa en México, la arquitectura moderna nacional gozó de una enorme difusión internacional en las revistas especializadas. Esta divulgación se caracterizó por ampliar el universo conocido de la modernidad, con casos diversos que, como el mexicano, aportaban nuevas interpretaciones al Movimiento Moderno internacional. La heterogeneidad que se daba a conocer en las publicaciones periódicas fue el antecedente de lo que décadas más tarde se entendería como diferentes modernidades u "otros modernismos".[2] En este contexto se sitúa la producción y la divulgación de los cascarones de concreto armado de Félix Candela.

Para valorar cabalmente el papel que tuvo Candela en este periodo de enorme difusión de la arquitectura nacional, es conveniente comparar su presencia contra la del global de la arquitectura mexicana. Pongamos por caso un estudio reciente que cuantifica el total de páginas publicadas en revistas extranjeras entre 1950 y 1970.[3] Es notable que la difusión sobre Félix Candela en las revistas de arquitectura foráneas acumula la nada desdeñable cifra del 20% de todo lo relacionado con México, posicionándose, sin ninguna duda, como el personaje más divulgado de nuestra modernidad arquitectónica en aquellos años. Si se considera el total de páginas publicadas, hay que decir que durante 1959, Candela tuvo mayor difusión que toda la arquitectura mexicana que se publicó ese año. No obstante, el año en que Candela gozó de mayor número de comunicaciones fue 1956.

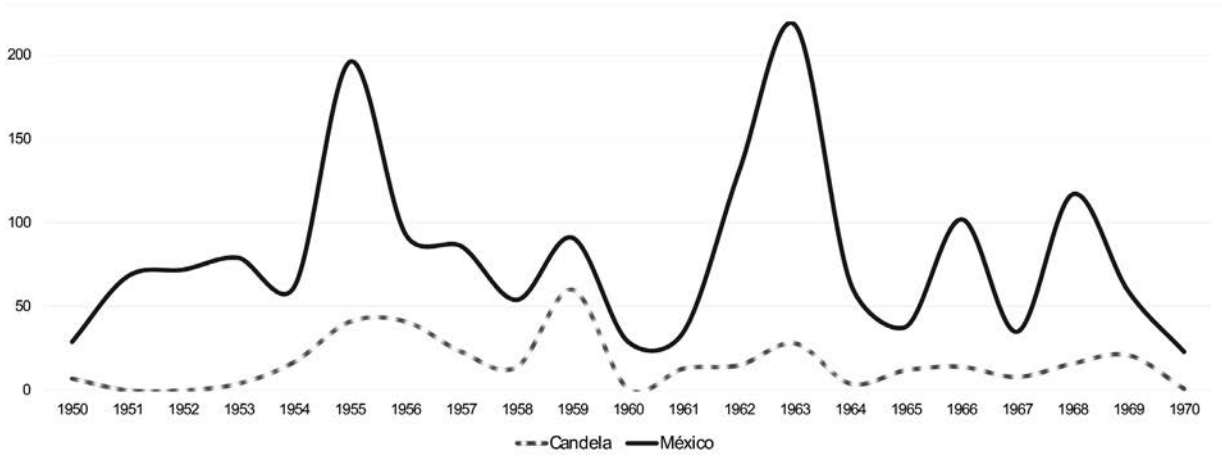
Ahora bien, si se compara en una gráfica de líneas toda la información recopilada sobre México y sobre Candela, en curvas independientes, se harán evidentes las diferencias en las tendencias por cada año. Siguiendo las curvas, verificamos que solo en el año 1959 el perfil que se dibuja se corresponde, mientras que en los años en que se publicaron monográficos dedicados al país –1955, 1962 y 1963–[4] la curva de Candela apenas si se levanta. Esto indica, primero, que durante 1959 el extenso artículo que dedicó *Arquitectura*[5] a su conna-

[2] El IX Congreso Internacional Docomomo 2006, en la Universidad de Ankara, Turquía, definió el término de "otros modernismos" para ampliar el conocimiento de la arquitectura y el urbanismo modernos, más allá de los casos europeo y norteamericano. Así, se ensanchó la geografía de estudio, dando pie a interpretaciones referidas a culturas no occidentales, a ejemplos nacionales, regionales o locales, a la heterogeneidad de lo anónimo y lo vernáculo, de lo híbrido y de lo subdesarrollado, contra el concepto todavía muy arraigado de la modernidad entendida como algo homogéneo, canónico, puro y altamente tecnificado. *Cfr.*, "IX International Docomomo Conference, 'Other Modernisms'". <http://www.docomomo.com/pdfs/events/docomomo_conferences/082548_9thDICIstanbulandAnkara2006.pdf> (30 abril 2016).

[3] Vanessa Nagel Vega, "México Exporta. La arquitectura moderna en las revistas europeas y estadounidenses (1950-1970)", tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, 2016. Revistas consultadas: Estados Unidos: *Arts & Architecture (A&A), Architectural Forum (AF), Architectural Record (ARec) y Progressive Architecture (PA)*. Francia: *L'Architecture d'Aujourd'hui (AA)* y *Techniques et Architecture (T&A)*. Inglaterra: *Architectural Design (AD), Journal of the RIBA (RIBA)* y *The Architectural Review (AR)*. Italia: *Domus (D), Casabella (C) y Zodiac (Z)*. España: *Revista Nacional de Arquitectura (RNA) / Arquitectura (A), Boletín de la Dirección General de Arquitectura (BDGA), Hogar y Arquitectura (HyA) e Informes de la Construcción (IC).*

[4] En 1955 y 1963, la francesa *L'Architecture d'Aujourd'hui* dedicó monográficos a México en abril y septiembre. La madrileña *Arquitectura* lo hizo en agosto de 1962 y, también en septiembre de 1963, se sumaría a la difusión internacional el número especial de *Architectural Design.*

[5] En este texto, *Arquitectura* siempre se refiere a la revista editada en Madrid. No se desconocen otras revistas homónimas, pero, por no tomarse aquí como fuente principal de consulta, en caso de citarse, siempre se mencionará su origen. Sería el caso de *Arquitectura México.*



Gráfica que muestra, en curvas diferentes, el total de páginas publicadas sobre México (arriba con línea continua) y Félix Candela (abajo con línea puntuada), en revistas de cinco países, entre 1950 y 1970. Gráfica: Vanessa Nagel, 2017.

cional sumó la mayor cantidad de páginas sobre México registradas ese año.[6] Sin embargo, y siguiendo la misma gráfica, también hay que destacar que cuando la difusión de la Ciudad Universitaria estaba en su clímax, Candela aún no empezaba su divulgación a gran escala.

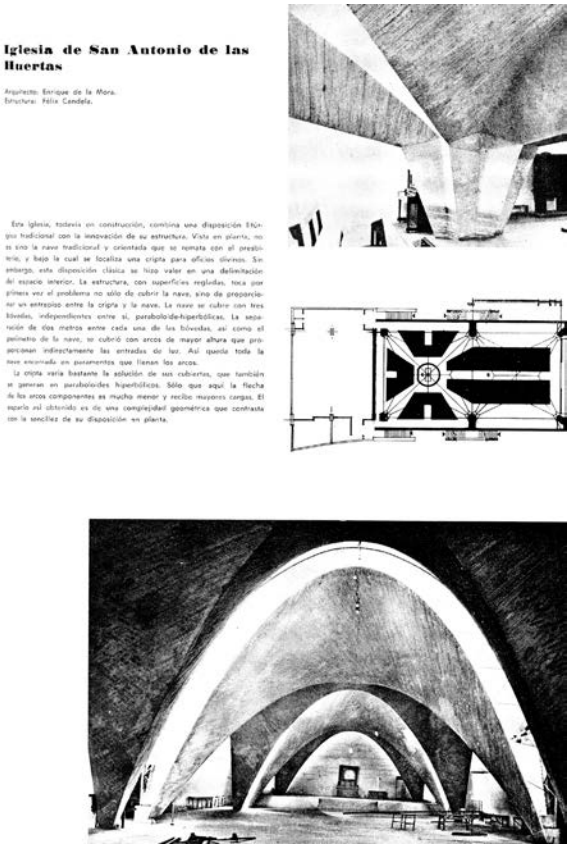
Si bien se puede hablar de un total de información sobre la modernidad mexicana, en el que se incluye todo lo construido en el país en determinado periodo de tiempo, también es cierto que la difusión de lo que se ha llamado "arquitectura moderna mexicana" y la de Félix Candela llevaron caminos paralelos que rara vez se cruzaron. Una existió sin la otra y viceversa. Para el caso general, es pertinente hablar de obras que fueron hitos y que actuaron como detonantes del interés internacional en México; sería el caso de la Ciudad Universitaria, extensamente publicada en los primeros años de la década de 1950.

También, algunos eventos internacionales motivarían que la mirada foránea se centrase en México. Sería el caso del VIII Congreso Panamericano de Arquitectos, celebrado en octubre de 1952, en las entonces novísimas instalaciones de la Ciudad Universitaria y que fue un verdadero imán que trajo al país a incontables arquitectos, editores y críticos extranjeros. Esta reunión propició, por ejemplo, la publicación, en abril de 1955, del primer monográfico dedicado a México, el de la parisina *L'Architecture d'Aujourd'hui* (*AA*), uno de los ejemplares más conocidos y consultados en la historiografía de nuestra arquitectura moderna. En este número, que amplió el panorama sobre lo construido en México en esos años, la presencia de Candela es prácticamente nula, a menos que se tome como excepción la breve referencia al cálculo estructural y a la construcción del Pabellón de Rayos Cósmicos en el campus universitario.[7]

Unos años más tarde, en otros monográficos, su presencia seguiría siendo limitada,

[6] "Láminas de hormigón armado", *Arquitectura*, núm. 10 (oct. 1959): 2-33. Las noticias sobre otros inmuebles mexicanos, aparte de Candela, apenas suman 26 páginas –siempre considerando el corpus de estudio citado antes–, repartidas en diversas publicaciones. Ese año, por ejemplo, se daría a conocer la Casa Ramis, de Francisco Artigas, en *Informes de la Construcción* (feb.) y la Unidad Habitacional Santa Fe, de Mario Pani, en *L'Architecture d'Aujourd'hui* (dic.).

[7] "La Cité Universitaire de Mexico", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 59 (abr. 1955): 31. Los créditos principales son, en la revista francesa, para el proyecto arquitectónico de Jorge González Reyna.



Iglesia de San Antonio de las Huertas, vista de la cripta y la nave principal. *Arquitectura*, núm. 44, ago. 1962, p. 49.

como en el especial de *Arquitectura*, de agosto de 1962, cuando, a destiempo, se daba a conocer la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa,[8] la iglesia de San Antonio de las Huertas[9] y la embotelladora de Bacardí, en Tultitlán.[10] Claro que, tanto en *L'Architecture d'Aujourd'hui* como en *Arquitectura*, la difusión de Candela iba siguiendo su propia trayectoria, de forma independiente a la de los números especiales.[11]

En septiembre de 1963, de nuevo *L'Architecture d'Aujourd'hui* y, también, *Architectural Design* (*AD*) dedicaron números especiales a México. En octubre de ese año se realizarían las Jornadas de Trabajo de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA) en nuestro país, después del Congreso Internacional en La Habana, Cuba, en septiembre. Era, por lo tanto, un buen momento para dirigir de nuevo la mirada hacia México. Si bien Candela apenas alcanzaría media página en la sección marginal del volumen de *AA*,[12] es notable que de las tres obras que ilustraron los textos introductorios debidos a renombrados arquitectos mexicanos,[13] una fuese la planta embotelladora de Bacardí.[14] En todo este extenso monográfico, que diversificó enormemente lo conocido hasta entonces de la arquitectura mexicana, las formas características de los cascarones de Candela tuvieron

[8] "Iglesia de la Virgen Milagrosa", *Arquitectura*, núm. 44, (ago. 1962): 48.

[9] "Iglesia de San Antonio de las Huertas", *Arquitectura*, núm. 44 (ago. 1962): 49. Cabe decir que no se está obviando que, en muchas ocasiones, se omitían los créditos de los proyectos arquitectónicos, dando todo el mérito de las construcciones a Candela. No es el caso de este artículo, que sí brindó los créditos correspondientes del proyecto arquitectónico a Enrique de la Mora, citando a Candela solo en la parte de la estructura.

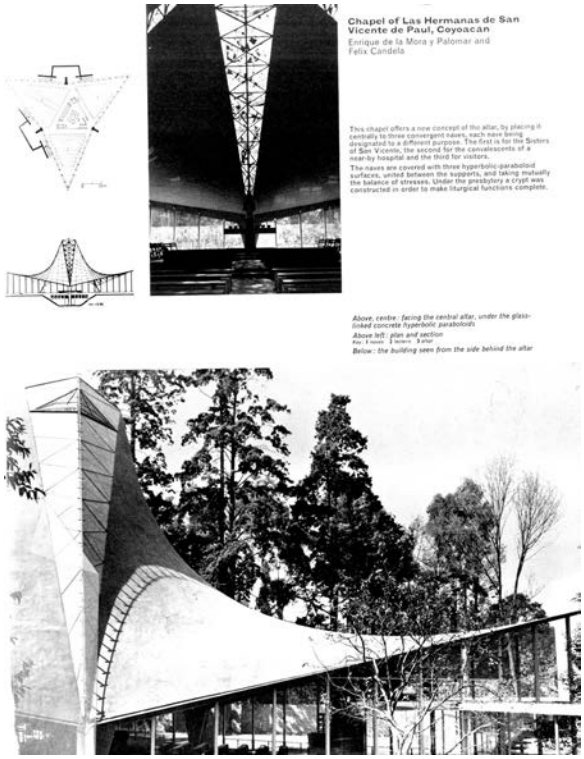
[10] "Edificio industrial 'Bacardí, S.A.', en Cuautitlán", *Arquitectura*, núm. 44 (ago. 1962): 69.

[11] Más adelante revisaremos las comunicaciones sobre Candela en *Arquitectura*. Con relación a *L'Architecture d'Aujourd'hui*, podemos citar: "Hall d'une usine a Cuautitlan prés de Mexico", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 95 (abr. 1961): 48-49; "Trois réalisations récentes au Mexique", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 99 (dic. 1961): 20-21 y "Avant projet pour un stade de foot ball", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 99 (dic. 1961): 22-23.

[12] "Église Saint Antoine a Mexico", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 109 (septiembre 1963): XVII. La numeración en romanos refiere a las páginas extra que quedaban fuera de los contenidos generales expresados en números arábigos. Por otro lado, la iglesia de San Antonio de las Huertas vuelve a aparecer a destiempo en un monográfico; pues la obra se construyó en 1956.

[13] Pedro Ramírez Vázquez, "L'Architecture Mexicaine de 1955 a 1963"; Vladimir Kaspé,"Orientation actuelle de l'architecture mexicaine" y Jorge González Reyna, "Évolution de l'enseignement de l'architecture au Mexique. Nécessité d'une réforme", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 109 (sept. 1963): 10-11.

[14] Las otras obras fueron la Ciudad Universitaria de México y el Centro Médico Nacional.



Capilla de San Vicente de Paúl, planta arquitectónica, corte y vistas interior y exterior. *Architectural Design* 33, núm. 9, sept. 1963, p. 443.

una presencia tangencial en la casa habitación de Héctor A. Rebaque, en el Pedregal.[15]

Algo similar pasaría en los textos introductorios del monográfico de *Architectural Design*. En el análisis de Carlos Mijares,[16] junto a imágenes de Ciudad Universitaria, las casas de Diego Rivera y Frida Kahlo, en San Ángel; de Juan O'Gorman, o algunos ejemplos "internacionales" de oficinas y condominios de Mario Pani, Juan Sordo Madaleno, Héctor Mestre y Manuel de la Colina, aparecería también la iglesia de La Milagrosa y el restaurante Los Manantiales.[17] Aun cuando Félix Candela no tenía un lugar prioritario en los monográficos, no cabía duda que su obra ya se consideraba, por el mismo gremio de arquitectos, como parte fundamental de la historia nacional.

Lo cierto es que en este monográfico inglés, Félix Candela tuvo mayor presencia que en el francés, pues sí se publicó una obra más o menos reciente en las páginas centrales, la capilla de San Vicente de Paúl.[18] Además, a diferencia del especial de *L'Architecture d'Aujourd'hui*, en *Architectural Design* sí se le darían los créditos por las cubiertas del mercado de Coyoacán, obra publicada en ambos números.[19] Esta sucinta revisión a los monográficos motiva el análisis en profundidad de los números regulares, en donde se verifica el impacto real de Félix Candela en las revistas de arquitectura.

1950-1970: DOS DÉCADAS DE CURVATURAS DOBLES EN EL PAPEL IMPRESO

Abordar un estudio cuantitativo que tome como fuente principal de consulta las publicaciones periódicas de arquitectura requiere, en primer lugar, una delimitación precisa. La abundante información editada sobre Félix Candela entre 1950 y 1970 ha motivado una primera revisión a fondo de los ya citados principales nodos de difusión de la arquitectura moderna: Estados Unidos, Inglaterra, Francia e Italia. Y, también, España, fundamental por sus continuos intercambios culturales con México,

[15] "Habitation de l'Architecte H. A. Rebaque a Pédrégal", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 109 (sept. 1963): 82-83. Félix Candela tiene los créditos por el diseño y cálculo de la cubierta ligera de paraboloides hiperbólicos.

[16] Carlos B. Mijares, "Mexican contemporary architecture, or contemporary architecture in Mexico?", *Architectural Design* 33, núm. 9 (sept. 1963): 410-11.

[17] Además de la arquitectura del siglo XX, se ilustró también la arquitectura prehispánica y barroca con los ejemplos de Chichén-Itzá y la parroquia de Ocotlán, en Tlaxcala.

[18] "Chapel of Las Hermanas de San Vicente de Paul, Coyoacán", *Architectural Design* 33, núm. 9 (sept. 1963): 443. Diseño arquitectónico de Enrique de la Mora y Fernando López Carmona; años de construcción: 1959-1960.

[19] "Market in Coyoacán", *Architectural Design* 33, núm. 9 (sept. 1963): 444. Diseño arquitectónico de Pedro Ramírez Vázquez y Rafael Mijares.

aun en una época de rompimiento de relaciones diplomáticas.[20] Por lo tanto, las principales revistas de arquitectura editadas en estos cinco países forman el corpus principal de esta investigación. Sin embargo, cabe señalar que la difusión internacional de Félix Candela no se limitó a dichas naciones. Su presencia en revistas especializadas –hasta donde se pudieron recabar datos para esta primera prospección del tema– se cuenta en casi una veintena de países distribuidos, principalmente, en América del Norte, Sudamérica y Europa, con presencia puntual en el continente asiático.[21]

Ahora bien, ¿cómo se distribuye el total de la información en las publicaciones de dichos cinco países? Las revistas estadounidenses acumulan el 40% de las páginas dedicadas a los cálculos y edificaciones de Félix Candela. En España, su suelo natal, se publicó un 33% del total de papel impreso. Inglaterra y Francia aportarían un 12 y 11% respectivamente, para sumar Italia apenas el 4% del total. También, es importante desglosar la información según el tipo de comunicación de que se trata. Es notable que los artículos de fondo suman el 75% del total de páginas publicadas. Esta adición deja en evidencia un 25% de hojas impresas que formaron parte de noticias breves y de actualidad, menciones y secciones, reseñas y cartas. Estos datos confirman el impacto de la difusión de Candela en las revistas foráneas.

Es cierto que algunas noticias no refieren algún edificio en particular y se centran exclusivamente en el personaje, pero, con todo, el grueso de la información recae en los inmuebles. Acercarse a este análisis confronta de inmediato con la preeminencia de ciertas obras sobre otras, por ejemplo, la capilla de Nuestra Señora de la Soledad, el Palacio de los Deportes o la iglesia de San Antonio de las Huertas.[22] Con todo, sobre estos casos destaca la que sería la obra más difundida de la modernidad mexicana: la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, que se proyectó y construyó entre 1953 y 1955 en Ciudad de México.[23]

El análisis cuantitativo del que se parte aporta otros datos relevantes, como el conteo de las noticias, sin considerar la cantidad de páginas o la extensión de los artículos. Por ejemplo, en 1956 se registra el mayor número de artículos en renombrados títulos internacionales.[24] No obstante, también en 1959

[20] Vanessa Nagel, "Tan lejos, tan cerca. México y España: encuentros en las publicaciones periódicas de arquitectura entre 1946 y 1968", en *Rutas ibero-americanas. Contactos e intercambios en la arquitectura del siglo XX*, editado por Ana Esteban Maluenda et al., 175-195. Madrid: Mairea Libros, 2017.

[21] Además de los países ya citados, y de México, en donde también fue activa la divulgación de las obras de Candela, se localizaron artículos de fondo en revistas de arquitectura de Japón, Argentina, Chile, Perú, Colombia, Venezuela, Cuba, Canadá, Noruega, Alemania y Suiza.

[22] Las obras que más se repitieron en las revistas de arquitectura durante estos años fueron: el proyecto para el Estadio Azteca, la capilla de San Vicente de Paul, el restaurante Los Manantiales, el Pabellón de Rayos Cósmicos, la destilería Bacardí, en Puebla, la capilla abierta de Cuernavaca o la planta embotelladora Bacardí, en Tultitlán. Además, por supuesto, de las numerosas cubiertas industriales que se dieron a conocer por sus atinadas soluciones estructurales, obviando los nombres de clientes o su lugar exacto de localización.

[23] Considerando el total de comunicaciones, ya que, si se cuenta la cantidad de páginas, entonces el Museo Nacional de Antropología e Historia (MNAH) encabeza la lista de los inmuebles mexicanos más divulgados en las revistas especializadas foráneas. Se toman en cuenta los edificios aislados, no magnos conjuntos como la Ciudad Universitaria de la Ciudad de México que, con mucho, supera en difusión tanto a la iglesia de la Medalla Milagrosa como al MNAH.

[24] *Véase*, por ejemplo: "Folded-slab church", *The Architectural Review* 119, núm. 709 (ene. 1956): 1; "Constructions en voiles minces, au Mexique", *Techniques et Architecture* 15, núm. 4 (ene. 1956): 117-19; Ervin Galantay, "Les voiles minces et la couverture autoportante", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 64 (mar. 1956): 28-43; Colin Faber,

se reconoce un buen número de comunicaciones, más allá del extenso artículo de *Arquitectura*, citado antes.[25] Pero, más que algunos años en particular, lo que cabe destacar es la continuidad en la difusión desde 1953 y hasta 1970.

Al inicio de este ensayo la delimitación cronológica se situó en los años de 1950 a 1970, coincidiendo con el periodo de mayor difusión de la arquitectura moderna mexicana en las revistas foráneas. No obstante, en el párrafo anterior se ratifica la constancia en la divulgación a partir del año 1953. Lo que esto indica es que el periodo de estudio arranca con una noticia aislada y que solo después se formará la verdadera ola de difusión internacional que protagonizó Félix Candela. Se trata del incipiente estudio sobre el comportamiento del concreto armado en una cubierta en diente de sierra con losas planas e inclinadas que Candela publicara en Madrid, en la *Revista Nacional de Arquitectura* (*RNA*) en marzo de 1950.[26] El texto ahonda en el cálculo estructural de un módulo y en unos intentos iniciales por estandarizar y economizar en el cálculo y la construcción de cubiertas de tipo industrial. Esta primera comunicación internacional en una revista de arquitectura motivó la censura de Candela en la publicación madrileña dirigida por Carlos de Miguel, situación que se revertiría hasta el año de 1959.[27]

Con el afán de ponerse al día, y una vez superado el periodo más estricto de la reprobación franquista, De Miguel solicitaría a Candela material sobre sus obras más recientes para ser publicado en Madrid. Así, en octubre de 1959,[28] por fin se pudo expresar un merecido reconocimiento al connacional expatriado. La aportación al artículo fue la recopilación de comentarios de varios arquitectos españoles que también se habían formado en la Escuela Superior de Arquitectura, de Madrid, con relación a su colega afincado en México y a su prolífica producción de cascarones.[29] De esta manera, se dieron a conocer la capilla de San Vicente de Paúl, el cabaret La Jacaranda, en el Hotel Presidente, de Acapulco, la entrada a la urbanización del lago de Tequesquitengo, la cubierta para banda de música en el conjunto habitacional Santa Fe, el restaurante Los Manantiales y, en Cuernavaca, la plaza de los abanicos y la capilla abierta. También, algunas cubiertas industriales; la más sobresaliente, sin duda, la de la planta de embotellado de Bacardí, en Tultitlán, Estado de México, que se mostró en el momento crucial del colado de concreto.

"Felix Candela as a contemporary", *Arts & Architecture* 73, núm. 5 (mayo 1956): 20-24 y 40-41; "Breve documentario di Felix Candela", *Domus*, núm. 319 (jun. 1956): 3-5; "Doubly-curved, thin shell concrete slab for chapel", *Progressive Architecture* 37, núm. 10 (oct. 1956): 139-45; e "Iglesia de la Virgen Milagrosa", *Informes de la Construcción*, núm. 86 (dic. 1956): s/p.

[25] *Véase*, también: "Recent work of Mexico's Felix Candela", *Progressive Architecture* 40, núm. 2 (feb. 1959): 132-39; "Strutture e Strutturalismo: Una lettera di Felix Candela", *Casabella Continuitá*, núm. 232 (oct. 1959): 48-53 y "Wizard of the shells", *Architectural Forum* 111, núm. 5 (nov. 1959): 154-59.

[26] Félix Candela, "Cubierta prismática de hormigón armado en la ciudad de México", *Revista Nacional de Arquitectura*, núm. 99 (mar. 1950): 126-132.

[27] En enero de 1959 la *RNA* dejó de depender de la Dirección General de Arquitectura, parte del Ministerio de Gobernación, para volver a manos del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, renombrada como *Arquitectura*. Apenas una excepción se registró en todos estos años de censura, en septiembre de 1957. En el artículo "¿Qué orientación debe darse al arte sacro actual?", se incluyó una foto de la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa en la página 26. Como se verificará más adelante, para el año de 1959, esta obra ya llevaba un largo camino recorrido de difusión internacional.

[28] Véase el artículo citado antes: "Láminas de hormigón armado".

[29] Se encuentran textos de Luis Moya, Fernando Chueca Goitia, Rafael Fernández Huidobro, Antonio Vallejo, Fernando R. Dampierre, Javier Lahuerta, Francisco A. Cabrero, Fernando Higueras y Francisco de Inza.

Para 1970, Félix Candela era un personaje reconocido internacionalmente que gozaba de una divulgación que superaba ya la información limitada a su obra construida. Por ejemplo, en abril de 1970, *Casabella* publicaría la reseña de una conferencia en el Museo de la Ciencia y de la Técnica de Milán.[30] La noticia se acompañó de algunas imágenes icónicas de su obra, como la capilla abierta de Cuernavaca, el Palacio de los Deportes o la multicitada imagen del paraguas, con poco más de una veintena de trabajadores en pie sobre la superficie para probar que no colapsaba. Para ese año, Candela era tan conocido que había diversificado el tema de sus aportaciones al papel impreso, llegándose a publicar sus opiniones sobre temas como la superpoblación o la contaminación ambiental.[31] Es notable que las advertencias sobre la próxima catástrofe provocada por la humanidad se vienen publicando desde hace décadas y desde varios frentes.

Una aparición asidua. La iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa

La naturaleza de esta comunicación no permite detenerse en la difusión de cada una de las obras mencionadas, ni acaso en un recorrido por los casos más significativos, pues esto, aun resumiendo la información, sobrepasaría con mucho el límite de caracteres de este escrito.[32] Por lo tanto, se ha decidido exponer aquí un caso de estudio: la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa que, como ya se anotó, fue el inmueble que gozó de la mayor difusión internacional en el periodo acotado.

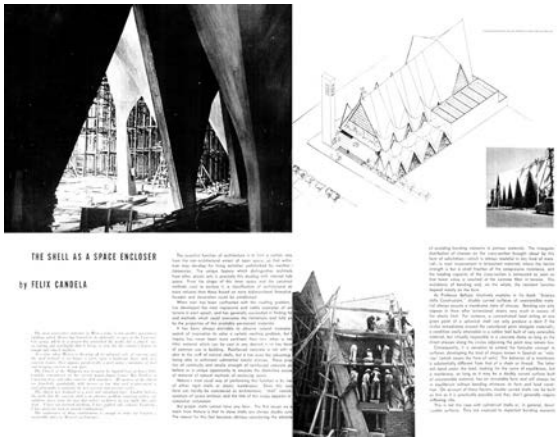
Interior de la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa. Foto: Vanessa Nagel, 2016.

Cabe decir que lo que se pretende es esbozar un panorama general sobre la divulgación foránea de esta obra pues, aun delimitando a un solo edificio este estudio, el material impreso con que se cuenta sobrepasa los fines de este ejercicio académico. Así, se decidió agrupar en cinco secciones las comunicaciones más representativas sobre La Milagrosa. Primero, los artículos de fondo que se dedicaron exclusivamente a la iglesia. Después, los artículos de fondo escritos por Candela, o sobre él, en los que esta obra es uno más de los ejemplos que acompañan los textos. Un tercer apartado revisa algunas noticias breves y de actualidad, así como las reseñas en las que La Milagrosa se mantiene como protagonista. No menos importantes, desde el punto de vista de la difusión y la velocidad de transmisión de las noticias, son las cartas de los lectores a los editores de las revistas, por lo que se dedica un espacio a este tema. Por último, se exponen los artículos de fondo en los que la iglesia

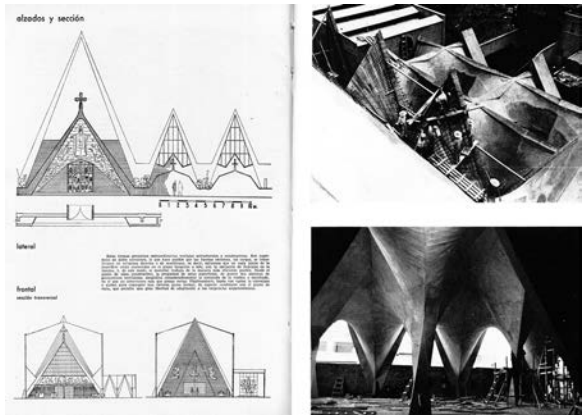
[30] "Un publico per Candela", *Casabella*, núm. 347 (abr. 1970): 7-8.

[31] Félix Candela, "La crisis ecológica mundial", *Arquitectura*, núm. 142 (oct. 1970): 1-8 y "La explosión demográfica", *Arquitectura*, núm. 145 (ene. 1971): 24-30.

[32] Un recorrido por los artículos más significativos de Candela, su divulgación como parte de la tecnología y los materiales del momento, así como un análisis puntual sobre el personaje en determinadas revistas ya se acometió en la tesis doctoral antes citada: "México Exporta". Véase, de dicha tesis, las páginas: 124-128, 360-372 y 420-434. En este último apartado se trató como caso de estudio el restaurante Los Manantiales, en Xochimilco, Ciudad de México.



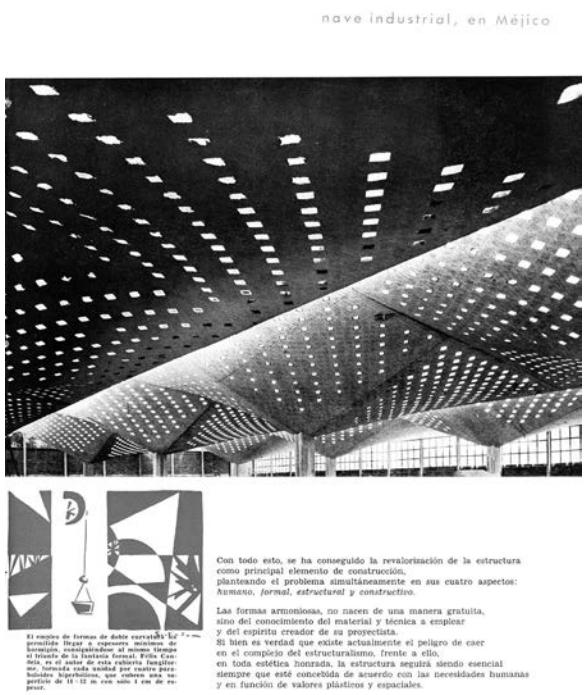
Páginas de apertura del artículo de fondo sobre la iglesia de la "Virgen Milagrosa". *Arts & Architecture* 72, núm. 1, ene. 1955, pp. 12-13.



Páginas centrales del artículo "Iglesia de la Virgen Milagrosa". Alzados y sección, vista del armado de las cubiertas e interior. *Informes de la Construcción*, núm. 86, dic. 1956, s/p.

de la Virgen de la Medalla Milagrosa, entre otros ejemplos internacionales, ilustró debates teóricos, secciones técnicas centradas en el uso apropiado de los materiales modernos o discusiones sobre las formas arquitectónicas y espaciales del momento.

Al acercarse a los artículos agrupados en el primer punto, sorprende lo temprano de su divulgación en Estados Unidos. En enero de 1955 *Arts & Architecture* (*A&A*) publicaría un artículo que contó con texto del propio Candela para explicar la novedosa obra de cubiertas parabólico-hiperbólicas.[33] Las fotos publicadas todavía muestran, en algunos puntos, la cimbra de madera que genera la forma de la superficie reglada. Se trata de un artículo de indudable actualidad, ya que la iglesia se habría finalizado poco antes de darse a conocer en la revista angelina. En julio del mismo año *Progressive Architecture* (*PA*) superaría la información editada en *A&A*, con un extenso y actualizado artículo.[34] Ambas publicaciones estadounidenses se adelantarían en la divulgación del inmueble incluso a las propias revistas mexicanas.[35]



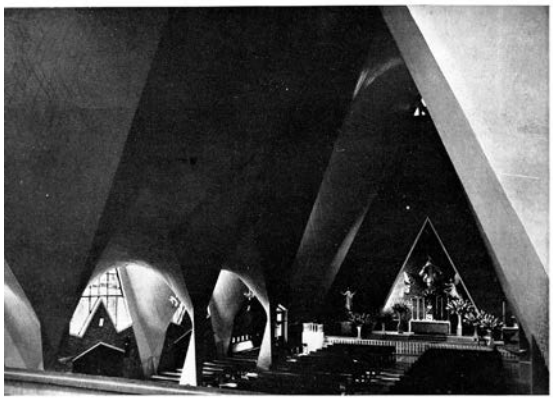
Página del artículo "Hormigón, material noble de hoy", *Informes de la Construcción*, núm. 86, dic. 1956, s/p.

[33] Félix Candela, "The shell as a space encloser", *Arts & Architecture* 72, núm. 1 (ene. 1955): 12-15, 32-35.
[34] "Work of Felix Candela", *Progressive Architecture* 36, núm. 7 (jul. 1955): 106-15.
[35] En México, el primer artículo dedicado exclusivamente a este inmueble se publicaría hasta noviembre de 1955, en *Espacios*, seguido por otro en *Arquitectura México* en marzo de 1956.

Iglesia de la Virgen Milagrosa

Arquitecto: Félix Candela.

Se trata, generalmente, de edificios de una sola planta y gran altura, cuya función o programa, muy simples, están perfectamente definidos de antemano, y en los que la estructura es el elemento predominante en la composición. El problema se reduce a conseguir con éste, de una manera muy libre, un efecto de majestad y grandiosidad y un ambiente de recogimiento y concentración, acorde con la solemne ceremonia del culto. Lo importante es la forma y, sobre todo, la forma interna. El exterior tiene una importancia secundaria, ya que su misión es simplemente de invitación o llamamiento, justificándose así la elaborada ornamentación tradicional en las fachadas, aunque también puede lograrse el mismo efecto de atracción por otros medios no decorativos.



48

Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa. Destaca el interior amueblado y con los objetos de culto, excepción en las revistas de arquitectura, que siempre prefirieron las vistas antes de que el usuario ocupara el edificio. *Arquitectura*, núm. 44, ago. 1962, p. 48.

En Madrid, dos revistas aportaron artículos de fondo sobre La Milagrosa. En diciembre de 1956, *Informes de la Construcción* (*IC*)[36] y en agosto de 1962 *Arquitectura*.[37] El primero destaca por ser un artículo completo, ya que publicó no solo las conocidas imágenes del interior, sino también el proceso del armado de las cubiertas, vistas exteriores, plantas, alzados, secciones, detalles constructivos, texto descriptivo de la obra y una breve conclusión por parte de los editores de *Informes*. Este número, además de dicho artículo, incluiría una galería fotográfica con ejemplos mundiales en concreto armado que mostraba a toda página otra conocida estructura de Candela: la fábrica de trajes High Life.[38] Por su parte, la aparición de la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa en la revista *Arquitectura* formó parte del monográfico que la revista madrileña dedicó a México en agosto de 1962. Lo más sobresaliente en este caso es que, a diferencia de todas las imágenes antes publicadas, e incluso en otras posteriores, la revista madrileña muestra el interior del espacio litúrgico ya amueblado y con la serie de esculturas figurativas que tanto incomodaron a los críticos una vez que la soberbia estructura había entrado en uso. Como sea, en ambos casos hay que insistir en que los intercambios culturales entre México y España no se interrumpieron con el rompimiento de las relaciones diplomáticas. Las revistas especializadas se las arreglaban para superar la censura que el franquismo imponía sobre los arquitectos republicanos exiliados en México.

LES VOUTES MINCES ET L'ESPACE ARCHITECTURAL

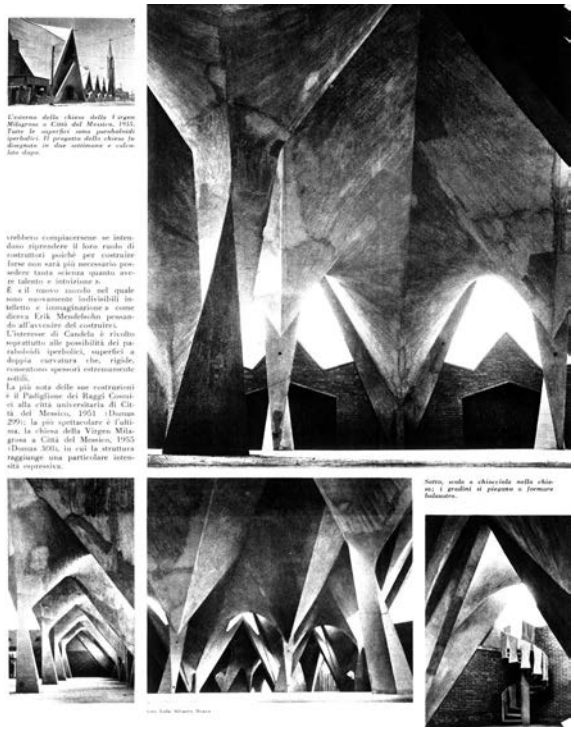
Páginas de apertura de un artículo de Félix Candela. *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 64, mar. 1956, pp. 22-23.

Más allá de los artículos consagrados a la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, también fue considerable su referencia en los artículos escritos por Candela, o sobre

[36] "Iglesia de la Virgen Milagrosa", *Informes de la Construcción*, núm. 86 (dic. 1956): s/p.

[37] "Iglesia de la Virgen Milagrosa", *Arquitectura*, núm. 44 (ago. 1962): 48.

[38] El artículo se intituló: "Hormigón: material noble de hoy".



Interior de la iglesia de la Virgen Milagrosa con imágenes contrastadas, que plantean una referencia anacrónica al cine expresionista alemán. *Domus*, núm. 319, jun. 1956, p. 5.

él, que se solían ilustrar con una variedad de sus obras. De los más relevantes publicados en 1956, año –según se reconoció al inicio– en el que se registró el mayor índice de difusión, cabe mencionar el del mes de enero en *Techniques et Architecture* (*T&A*),[39] el de marzo en *L'Architecture d'Aujourd'hui*[40] y el de junio en *Domus*.[41] Muchos de estos textos formarían parte de números especiales, como el de *AA*, dedicado a las estructuras. Así, la participación de Candela era integral, con el análisis que explicaba el caso de las cubiertas laminares de concreto armado. Las imágenes que acompañaron el texto en *AA* fueron el Pabellón de Rayos Cósmicos y, por supuesto, la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa. Si algo destacó en su difusión fue la repetición de fotos contrastadas y vacías de usuarios –como la mayoría de las fotos de arquitectura. Las imágenes del interior, que le dieron la vuelta al mundo, muy pronto serían comparadas con algunos referentes estéticos un tanto anacrónicos, como el cine expresionista alemán.[42]

Al año siguiente –1957– sería fundamental la revisión a gran parte de la obra de Candela en *Arts & Architecture* en su número de mayo.[43] Hay que destacar que hasta 1963 esta obra se sigue comentando en las publicaciones periódicas, como en el número de octubre de *Zodiac,* en que además de la obra de la década anterior, se actualizarían los inmuebles más recientes y algunos proyectos.[44]

Por otro lado, en muchas ocasiones el interés hacia cierta obra se originaba en una crónica previa de otra revista. Por ejemplo, en *Domus*, en julio de 1955, donde se publicaría la reseña del artículo de *Arts & Architecture*: "The Shell as a space encloser", citado antes. En este caso, no se trata de artículos de fondo, sino de comunicaciones breves que ponen el acento en lo más sobresaliente de las obras, como la extensa superficie de paraboloides hi-

[39] "Constructions en voiles minces, au Mexique", *Techniques et Architecture* 15, núm. 4 (ene. 1956): 117-19.

[40] Félix Candela, "Les voutes minces et l'espacé architectural", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. 64 (mar. 1956): 22-24.

[41] "Breve documentario di Felix Candela", *Domus*, núm. 319 (jun. 1956): 3-5.

[42] La obra de referencia es "El gabinete del doctor Caligari", de 1920, dirigida por Robert Wiene. Candela no tendría nada que ver con estas interpretaciones, que se seguirían repitiendo en libros y revistas.

[43] "Concrete shell forms", *Arts & Architecture* 74, núm. 5 (mayo 1957): 16-19 y 32.

[44] Esther McCoy, "Mexico Revisited (II): The Presence of Candela", *Zodiac*, núm. 12 (oct. 1963): 118-31. Se publicó, además de un dibujo del volumen de La Milagrosa, el restaurante Los Manantiales, la Plaza de los abanicos y la capilla abierta de Cuernavaca, así como algunos proyectos poco vistos en las revistas internacionales, como la capilla de San Miguel Tecamachalco, la iglesia para el fraccionamiento Jardines de San Mateo, el proyecto para un teatro universitario en el bosque de Chapultepec y un detalle del proyecto para la catedral de Villahermosa, Tabasco.

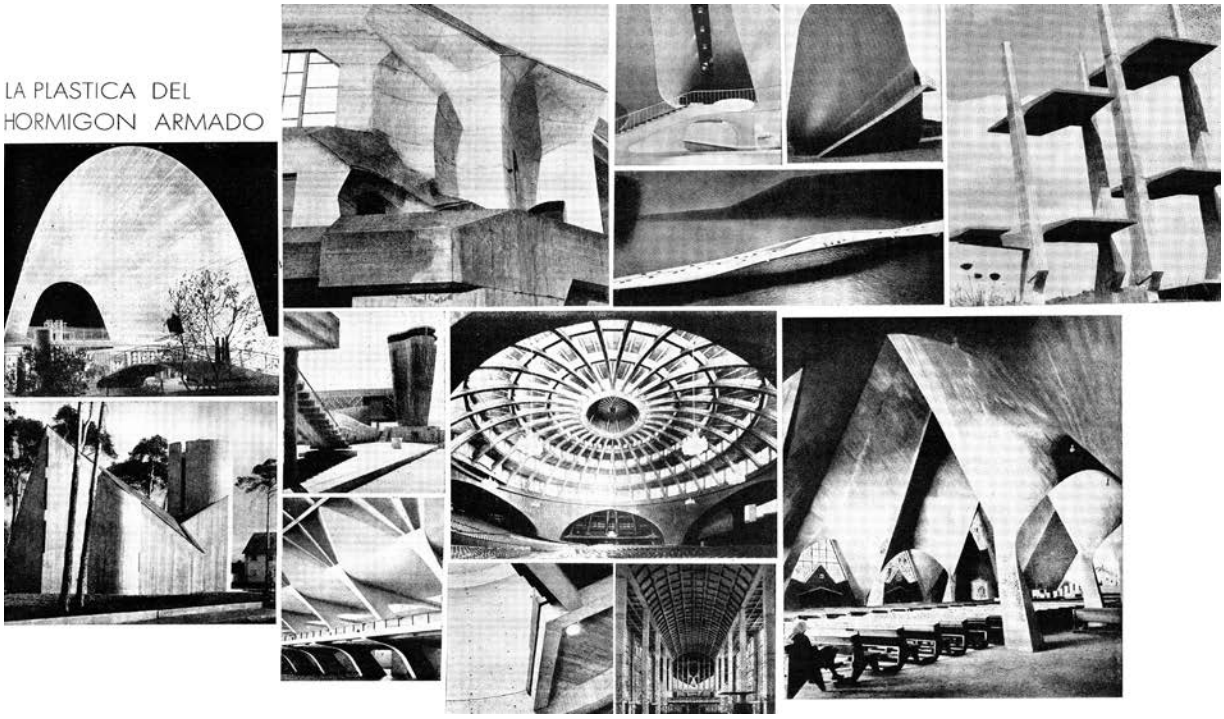
perbólicos.[45] La iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa también se daría a conocer como noticia breve. En enero de 1956 *The Architectural Review* (*AR*) redactaría unos breves párrafos que ilustraría con las imágenes antes publicadas por *Progressive Architecture*.[46] El flujo de información entre las editoriales de las revistas de arquitectura fue constante durante el siglo XX.

Aunque en menor proporción, no faltaron las cartas de los lectores a los editores. En septiembre de 1955 Thomas Creighton, el editor de *Progressive Architecture*, publicaría dos escritos que comentaban el artículo sobre la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, tan solo dos meses después de que se daba a conocer la obra en dicha revista.[47] Cabe destacar la velocidad de difusión y el impacto, considerando las tecnologías de la comunicación de entonces. En este sentido, las cartas al editor son índices de verdadera actualidad que revelan el amplio interés en el tema de las cubiertas ligeras de concreto armado.

Por último, se citan algunos artículos de fondo que tomaron como uno de sus ejemplos La Milagrosa. Estos análisis trataron, en especial, temas técnicos, debates teóricos sobre la forma estructural y, también, la arquitectura religiosa moderna. El artículo publicado en agosto de 1954 en *Architectural Forum* (*AF*) es fundamental, pues se trata del primero que dio a conocer la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa. Es la reseña de la reunión de julio de 1954, que concentró a los especialistas en cubiertas ligeras de concreto de todo el mundo, en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). También, hay que notar la velocidad de difusión, pues la crónica se publicaría tan solo un mes después del encuentro.[48] El análisis abordó las distintas posibilidades técnicas y formales de los cascarones de concreto y aportaría casos puntuales de diversos países. De Félix Candela, además de la Medalla Milagrosa, se ilustraron algunas de sus cubiertas industriales.[49] Sobre la iglesia, no deja de sorprender

La Medalla Milagrosa junto al pabellón Philips, de Le Corbusier. *The Architectural Review*, núm. 742, nov.1958, p. 297.

[45] "Una chiesa al Messico", *Domus*, núm. 308 (jul. 1955): 2.
[46] "Folded-slab church", *The Architectural Review* 119, núm. 709 (ene. 1956): 1.
[47] "Genius: miraculous", *Progressive Architecture* 36, núm. 9 (sep. 1955): 13.
[48] "Shell concrete today", *Architectural Forum* 101, núm. 2 (ago. 1954): 156-167. El análisis se ubicó en la última sección de ese número, en la dedicada a la ingeniería y la construcción, es decir, no tuvo un lugar protagónico como artículo de fondo sobre temas estrictamente arquitectónicos. Esta situación, para el caso de la Medalla Milagrosa, muy pronto cambiaría, pues las comunicaciones dedicadas a esta iglesia mexicana de inmediato se posicionaron entre los primeros textos de cada ejemplar.
[49] Por ejemplo, la fábrica Deportes Pinedo, con Raúl Fernández Rangel, las bodegas de aduana, con Carlos Recamier, una fábrica de herramientas, los Laboratorios CIBA, con Alejandro Prieto, el Pabellón de Rayos Cósmicos, con Jorge González Reyna, además de otras fotos de sus ensayos y procesos constructivos.



Galería fotográfica que subraya el uso expresivo del concreto, ya mediada la década de 1960. *Hogar y Arquitectura*, núm. 64, mayo 1966, pp. 57-58.

que la construcción se estuviera terminando por esos meses y la obra ya empezara su fructífera y persistente difusión internacional.

Mucho más que en los artículos que solo tratan sobre Candela, no cabe duda de que el mayor impacto de su difusión se puede medir por la propia composición de las páginas de estos artículos. Por ejemplo, en noviembre de 1958, en *The Architectural Review*, el análisis de Robin Boyd[50] situaría la iglesia mexicana junto al pabellón Philips de Le Corbusier. Este extenso artículo, igual que en el caso anterior, trataría diversos modelos internacionales, además de numerosas creaciones de Candela.[51] Hacia el final de la década de 1950 la discusión teórica sobre la pertinencia y, sobre todo, abundancia de inmuebles singulares había comenzado.

Otro artículo de discusión teórica que merece ser enunciado aquí se publicaría en *Progressive Architecture* en octubre de 1959. Thomas Creighton trató sobre la propensión excesiva a los placeres de los sentidos que se encontraban en las estructuras del momento, a la vez que se intentaba una catalogación de nuevos estilos arquitectónicos basados en la plástica de lo estructural.[52] El autor catalogaría las contribuciones de Candela como: "sensualismo estéreo-estructural", aludiendo al título de un artículo de Candela publicado con anterioridad en dicha revista.[53] Sus realizacio-

[50] Robin Boyd, "Engineering of excitement", *The Architectural Review* 124, núm. 742 (nov. 1958): 294-308.

[51] La estructura de la iglesia de San Antonio de las Huertas, con Enrique de la Mora y Fernando López Carmona, la entrada a los Laboratorios Lederle, con Alejandro Prieto, la concha acústica en la Unidad habitacional Santa Fe, de Mario Pani, o la fábrica de trajes High Life.

[52] Thomas H. Creighton, "The New Sensualism", *Progressive Architecture* 40, núm. 9 (sept. 1959): 141-147.

[53] Félix Candela, "Stereo-Structures", *Progressive Architecture* 35, núm. 6 (jun. 1954): 84-93. Este artículo tuvo como antecedente la conferencia del mismo título sustentada en la Casa del Arquitecto, en la Ciudad de México,

nes, basadas en intuiciones sobre las formas estructurales y el uso más eficiente del material, daban lugar a lo que el editor llamó "libertad empírica". "Intuir las estructuras" era el don de personajes como Félix Candela o Pier Luigi Nervi, sin embargo, lo que se discutía, en el fondo, era el cómo evitar pasar del "sensualismo" del momento al sensacionalismo, para lo que, como se sabe, apenas hay que dar un pequeño paso.

Además de los debates teóricos y los análisis técnicos, ya se adelantó que la presencia de la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa tuvo, asimismo, considerable impacto en los artículos que reseñaban la arquitectura religiosa. Por ejemplo, en el número de enero de 1956 de *Informes de la Construcción*, que se dedicó casi por completo a los espacios para la liturgia. Así, la iglesia de Candela se publicaba junto con otros dos casos notables de la modernidad: la iglesia de Pampulha, Belo Horizonte, de Oscar Niemeyer y, por supuesto, la capilla de Ronchamp, de Le Corbusier.[54]

Para terminar y, a la vez, verificar la permanencia del caso de estudio en las revistas de arquitectura foráneas, citemos la galería fotográfica que, bajo el elocuente título: "La plástica del hormigón armado", *Hogar y Arquitectura* publicaría en mayo de 1966, más de una década después de finalizada la obra;[55] es sobresaliente que siguiera siendo una referencia del concreto armado a nivel mundial.

Reflexiones finales

La herencia de Félix Candela se mantiene vigente formando una parte sustancial de nuestro patrimonio moderno. Su difusión actual permanece activa en los círculos académicos, como se comprueba con la organización entusiasta de coloquios internacionales que originan textos como el presente. Sin embargo, en términos generales de divulgación actual, no solo cuenta la difusión especializada. La búsqueda de información sobre Félix Candela en Internet es constante desde 2004,[56] y México es el país que concentra el mayor índice de impacto, seguido de España.

Félix Candela fue, sin ninguna duda, el arquitecto más divulgado de la modernidad mexicana, acumulando el 20% del total de páginas publicadas sobre México en las principales revistas de los más importantes nodos de difusión de la arquitectura moderna a nivel internacional. Se tiene la certeza de que el panorama aquí expuesto sobre su divulgación de ninguna forma agota posteriores análisis sobre este mismo caso de estudio o sobre otros de los muchos inmuebles que, al igual que la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, perfilaron el conocimiento de la modernidad arquitectónica mexicana fuera de las fronteras nacionales.

Candela dejó un patrimonio inmueble fundamental para nuestro país, por lo que mantener el saber actualizado es lo mejor que podemos hacer para conservar su legado. Por todo lo anterior, es indudable que las aportaciones técnicas y formales de Félix Candela a la arquitectura moderna, la calidad y cuantía de su obra y el patrimonio derivado de su intensa labor constructiva merecen ser mejor conocidos, valorados y conservados.

---

y publicada como artículo en la revista *Espacios*, núm. 17 (dic. 1953).

[54] Fernando Cassinello, "Nuevas iglesias", *Informes de la Construcción*, núm. 77 (ene. 1956): s/p.

[55] "La plástica del hormigón armado", *Hogar y Arquitectura*, núm. 64 (mayo-jun. 1966): 57-64.

[56] Según los registros de Google Trends: <https://trends.google.com.mx/trends/explore> (Félix Candela Arquitecto) (2 diciembre 2017).

La relación de Félix Candela con los Estados Unidos

Ángela Giral

La colección principal de los papeles de Félix Candela está en los Estados Unidos, en la Avery Architectural and Fine Arts Library, de Columbia University. Cuando yo llegué a asumir la dirección de esa biblioteca, en octubre de 1982, me encontré con la agradable sorpresa de que hacía poco tiempo que Félix había donado sus papeles a la misma. Yo no había seguido su carrera con detalle, y si bien había almorzado con él y su segunda mujer, Dorothy, en casa de mis padres en México, no tenía la menor idea de que estaban viviendo en Nueva York. Él tuvo una sorpresa semejante al ver el anuncio de mi nombramiento y preguntó a mis colegas si esa nueva bibliotecaria era una mexicana de origen español, y si tal vez fuese una hija de su viejo amigo y correligionario, Francisco Giral. Es evidente que si yo no había seguido su carrera, él, con mucha más razón, no había seguido la mía, y que si su amigo Mario Salvadori, profesor de ingeniería en Columbia, le había convencido de que sus papeles debían estar en la que se consideraba la mejor biblioteca de arquitectura del mundo, eso no tuvo nada que ver con que yo fuese la nueva directora de la misma.

Al poco tiempo Félix y Dorothy hicieron una visita a mi oficina y reanudamos una amistad comenzada en el comedor de mis padres. Más bien debía decir iniciamos una amistad, pues si bien Félix y mi padre eran correligionarios políticos y mi hermana Carmen había sido la mejor amiga de su hija Toña, en el Colegio Madrid, Félix y yo apenas nos conocíamos.

La catalogación y conservación de papeles y archivos personales, sobre todo cuando estos contienen dibujos y planos arquitectónicos, es algo que lleva mucho tiempo y dinero. A mediados de los años ochenta, Inés Sánchez de Madariaga dejó momentáneamente la Escuela de Arquitectura de Madrid para venir a Columbia como estudiante, e hice que la contrataran en la sección de archivos para dar un primer pase a los papeles de Candela. En 1989, Juan Ignacio del Cueto ("Dino" para los amigos) trabajaba en su tesis doctoral y se pasó unos días en mi casa para consultar el archivo de Candela. Hace unos años se completó la colocación en cajas y carpetas apropiadas para el resguardo de archivos y desde entonces se puede consultar la *finding aid* en línea.

Bien dicen los buenos historiadores que sin documentos no hay historia. Cuando Dino me pidió que escribiera sobre Félix en los Estados Unidos, para el dossier especial sobre Candela que aparecería en el número 23 (2011) de la

revista *Bitácora-Arquitectura* de la UNAM, pensábamos únicamente en sus últimos años, desde el 1971 (cuando le hacen *full professor* en la University of Illinois at Chicago Circle) hasta su muerte, en 1997, en Chapel Hill, North Carolina. Al entrar de lleno en los archivos de Columbia, así como en los papeles que su viuda, Dorothy Davies, donó a Princeton University (que quedaron a cargo de un antiguo amigo y admirador de Candela, el profesor David Billington, y de su brillante sucesora, la profesora Maria Garlock), me encontré con una riqueza de información en la cual me basé para escribir las palabras que siguen.

Félix fue siempre un excelente corresponsal y el acervo de Columbia tiene una gran riqueza de material autobiográfico en forma de cartas a los amigos de carrera. También era dado a escribir autobiografías. En Columbia se conserva un cuaderno manuscrito, sin fecha, donde empieza a contar su vida. Pero en Princeton existen varias versiones dactilografiadas –más bien impresiones de un texto en línea– de una autobiografía que creo fue generada por una serie de largas entrevistas conducidas por Rafael López Palanco, en Sevilla, en 1985, que no ha llegado a publicarse. Alguna vez alguien tendrá que escribir la biografía definitiva cotejando todas estas versiones, por ahora me voy a limitar a examinar su relación con los Estados Unidos, donde residió las últimas décadas de su vida, y a donde decidió ir a morir.

Puede decirse que el interés de Félix por los Estados Unidos comienza con su interés por la lengua inglesa. Según notas autobiográficas encontradas en los papeles de Princeton, este interés viene de sus tiempos de estudiante y deportista, en los que envidiaba a un compañero de rugby que leía las revistas inglesas. Los idiomas extranjeros nunca fueron un obstáculo para Félix, sino más bien un reto, tal como un salto de esquí o una cancha de rugby. En el archivo de Avery hay una enormidad de artículos especializados en las lenguas más variadas, muchos de ellos con laboriosas traducciones de la mano de Félix, hechas con la ayuda de diccionarios y gramáticas: del danés, holandés, alemán, francés… todos para satisfacer su sed de conocimientos sobre los cascarones y las bóvedas que él denominó *hypar* (abreviatura del término en inglés para paraboloide hiperbólico: *Hyperbolic Paraboloid*).

Pues bien, se compró una gramática *Ollendorf*[1] con la que aprendió a leer el inglés, ampliando su vocabulario mediante la lectura de novelas de misterio y del oeste. También en las notas autobiográficas que se encuentran en los papeles de Princeton, escribe que él y su hermano Antonio aprovecharon su destino en Albacete, recién enganchados en el ejército republicano, para acercarse a los voluntarios de la Brigada Lincoln y practicar su inglés con ellos. Esto lo confirma una curiosa correspondencia con uno de estos voluntarios, Leonard Grumet, que le escribe desde Detroit, en 1940, comentando una frase de la carta de Félix que había recibido: "*that was a very clever phrase… your English, Felix my friend, is amazing*".[2]

Sin embargo, su oído no debe haber sido tan bueno como su mente, y por lo tanto su capacidad de hablar los idiomas nunca estuvo a

[1] Heinrich Ollendorff (1802-1865), lingüista franco-alemán, desarrolló un sistema de enseñanza de idiomas que lleva su nombre. Eduardo Benot Rodríguez (1822-1907), filólogo y político español vinculado a la Primera República Española (1873-1874), introdujo el *Método Ollendorff* en España para enseñar lenguas modernas: inglés, francés, italiano y alemán.

[2] Carta de Leonard Grumet, fechada el 3 de mayo de 1940. Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University, Nueva York, NY.

la altura de su capacidad de entenderlos y escribirlos, como se verá más adelante.

Durante los años cuarenta trabaja duramente para irse abriendo camino en México, al mismo tiempo que trae de España, primero, a la que había de ser su esposa y madre de sus hijas, Eladia Martín Arche; después, a su madre y a su hermana Julia, y finalmente a su hermano Antonio, su esposa y a la abuela de esta última. El cuidadoso archivo guardado en Avery documenta los esfuerzos y gastos que le ocasionaron estos traslados, al tiempo que iban naciendo sus cuatro hijas.

No por ello descuida su constante sed de información, pues también se conservan numerosos pedidos de libros extranjeros y las consecuentes boletas de cambio de moneda y giros bancarios para adquirirlos. Desde Chihuahua, México, escribe a su amigo Francisco Iñiguez, en Caracas, el 18 de enero de 1940: "Lo que tengo ya, es un aparato de dibujo norteamericano imponente, y una biblioteca bastante interesante; toda desde luego de revistas y libros norteamericanos, de los que todos los meses compro alguno".[3]

Ya instalado en el D.F. descubre la biblioteca de la UNESCO, donde no solo puede leer revistas, sino que puede pedir las que allí no tengan. Se apunta en sociedades extranjeras: en el archivo de Avery se conservan sus primeras tarjetas de socio de la *Association Internationale des Ponts et Charpentes* (Francia), de 1947, y la del *American Concrete Institute* (EE. UU.), de 1948.

El estudio clásico de Erik Erikson sobre el desarrollo humano atribuye a la década de los cuarenta lo que llama *midlife crisis,* que conlleva deseos de re-inventarse. Para Félix esta fue una época enormemente fructífera. Escribe a

[3] Carta a Francisco Íñiguez, fechada el 18 de enero de 1940. FCARP.

El ingeniero Nabor Carrillo (de pie) presenta a Félix Candela (a la izquierda, con lentes) antes de su primera conferencia en la sede de la Sociedad de Arquitectos Mexicanos. Atestiguan el acto los arquitectos Guillermo Zárraga y Federico Mariscal. Ciudad de México, 23 de noviembre de 1950. Foto: Félix & Dorothy Candela Archive, Princeton University.

varios amigos que sus renovados estudios sobre los cascarones le hacen sentirse "en forma" usando una expresión deportiva para su preparación mental y anímica. Se decide a hablar, y el 23 de noviembre de 1950 da su primera conferencia en la Sociedad de Arquitectos Mexicanos, apadrinado por Nabor Carrillo, a quien había conocido hacía poco tiempo, viajando a un congreso en Suiza, y con quien tuvo una entrañable amistad durante el resto de su vida.[4]

A su amigo y antiguo compañero de carrera Alejandro Herrero, escribe en enero de 1951:

> Por fin me decidí a dar la conferencia […] La ilustré con muchas proyecciones y a pesar del miedo, por ser la primera vez que hablaba en público, me resultó muy bien […] La conferencia formaba parte del plan de propaganda de una sociedad "Cubiertas Ala" que hemos formado Antonio y yo con tres arquitectos mexicanos

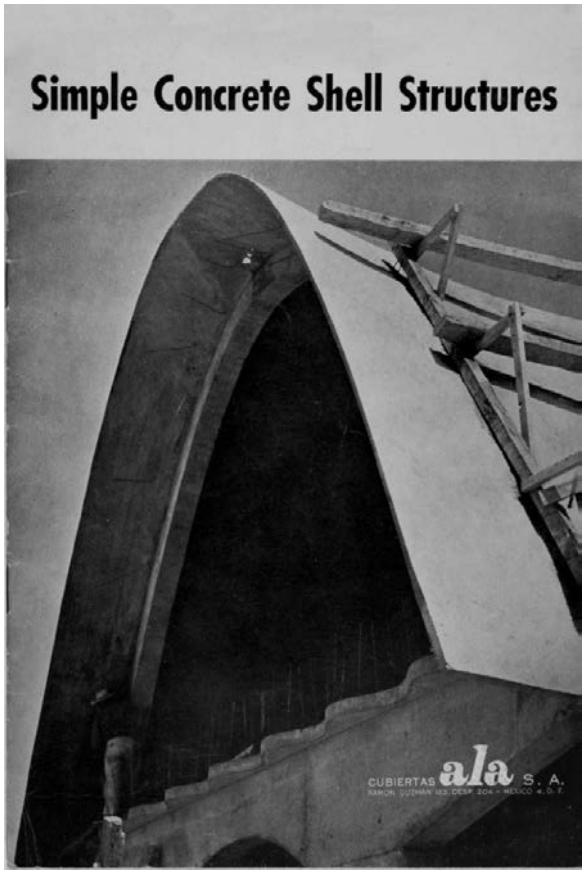
[4] El ingeniero Nabor Carrillo, quien llegaría a ser rector de la UNAM (1953-1961), se encargó de resolver la parte constructiva del Hotel Catedral (1948), uno de los primeros proyectos de Candela en la Ciudad de México utilizando por vez primera una cimentación por sustitución (nota del editor).

> […] Ya lanzado por el camino de escribir, he hecho un artículo para una revista de aquí llamada *Espacios* […] Combinando las dos cosas y dándole un tono más técnico he escrito el artículo para el American Concrete Institute, que mando hoy mismo y espero cause algún revuelo si me lo publican. Desde luego puede ser muy importante porque tiene una gran difusión internacional; 5 000 socios en todos los países del mundo.[5]

Encuentro en estos párrafos algunas palabras clave que alumbran el futuro que se prepara al amigo Candela. Si bien empieza por confesar el miedo de hablar en público, con la humildad y el autoconocimiento que caracterizan toda su vida, habla en seguida de un "plan de propaganda", y en el siguiente párrafo de la importancia que tiene "una gran difusión internacional".

El artículo que envía al ACI se titula "Considering concerning the design of Reinforced Concrete Structures", y va acompañado de una carta en la que se excusa por su mal inglés y dice que de antemano acepta cualquier corrección ortográfica o gramatical y reconoce que, aunque el tema haya sido discutido ya por otros autores en las páginas de esa revista, cree que es importante sacudir la mente pública para crear un estado de opinión más propicio a nuevas teorías.[6]

Después de larga espera, por fin, en carta de 13 de abril de 1951, rechazan este artículo como "*not suited for publication in the ACI Journal*".[7] Pero Félix no se da por vencido y les



Artículo de Félix Candela publicado en el *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 68, dic. 1951.

manda otro artículo titulado "Simple Concrete Shell Structures", que se publica en el número de diciembre del mismo 1951.[8]

De nuevo escribe a Alejandro Herrero, el 8 de mayo de 1952:

> a consecuencia del mismo me invitaron a asistir a una conferencia sobre estructuras que se efectuó hace mes y medio en la Universidad de Texas […] Me felicitaron mucho, pues además de la charla llevamos una exposición de obras nuestras y otra de la Ciudad Universitaria que gustaron bastante. Asistieron 40 ingenieros de muchas partes de los Estados Unidos y lo más curioso es que todos comentaban que en Mé-

[5] Carta a Alejandro Herrero, 8 de enero de 1951. FCARP.

[6] Carta de Félix Candela, del 6 de enero de 1951, dirigida a "Mr. Secretary, Technical Activities Committee, American Concrete Institute". FCARP.

[7] Carta firmada por Robert W. Wilde, para William A. Maples, Associate Editor. En el archivo de Candela en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Princeton.

[8] "Simple Concrete Shell Structures", *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 68 (dic. 1951).

Casa Novedades, en Jardines del Pedregal, Ciudad de México, motivo central del artículo "Skew Shell utilized in Unusual Roof", *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 49, mar. 1953.

> xico estábamos más adelantados que ellos y lo achacaban a la extrema rigidez de sus reglamentos.[9]

Al poco tiempo publican, de nuevo en el *ACI Journal*, su artículo llamado "Skew Shell utilized in Unusual Roof",[10] en el número de marzo de 1953, para el que manda fotos del techo alabeado de la casa que construyó para el periódico *Novedades.*

Por esa época escribe también a la revista *Architectural Forum*, primero comentando un artículo publicado en el número de junio de 1951, llamado "The crystal ball", con una nota en que aboga por que el arquitecto vuelva a ganar el perdido papel de *master builder*, publicada en el número de octubre de ese mismo año.

Pero cuando Candela irrumpe definitivamente en la conciencia estructural americana es en el congreso sobre estructuras laminares de concreto (*Conference on Thin Concrete Shells*) que se celebró en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), en Cambridge, del 21 al 23 de junio de 1954. Allí presenta no uno, sino dos trabajos. Con su acostumbrada modestia y sentido del humor, en las notas autobiográficas encontradas en Princeton cuenta cómo los tenía cuidadosamente escritos, pero la lectura se le dificultaba y después de leer el primero alguien le aconseja que deje que lo lea otra persona con mejor acento y se reserve para hablar él en contestación a las preguntas que le haga el público. Por hacer algo mientras el otro lee, se dedica a escribir fórmulas en el pizarrón cosa que, dice, se le da con facilidad. En la sesión de preguntas alguien dice que "eso no se puede construir" y Félix le tapa la boca mostrando la fotografía de una de sus construcciones. Total, que escribe: "Habiendo llegado al MIT siendo un pobre mexicano sin credenciales, en un par de horas terminé siendo la estrella de la reunión".[11]

Poco después recibe carta de un tal Ted Dahlstrom, que firma como Executive Secretary de la Concrete Association of Greater Chicago, en la que menciona que uno de los directores de esta asociación tuvo el privilegio de escucharlo en MIT y que quieren invitarle a ser el principal conferenciante sobre bóvedas, suponiendo que asista al congreso del ACI en Denver, y que le sería fácil acercarse a Chicago.[12] Por supuesto que asiste al congreso, en el que presenta sus construcciones, y después a Chicago, comenzando así su primera gira de conferencias por los Estados Unidos.

[9] Carta a Alejandro Herrero, del 8 de mayo de 1952. FCARP.
[10] "Skew Shell utilized in Unusual Roof", *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 49 (mar. 1953).

[11] Notas autobiográficas en los papeles de la Universidad de Princeton.
[12] ["*one of our directors had the privilege of hearing you speak at the MIT Forum on Thin Concrete Roofs* […] *would like to extend an invitation to be the features speaker during a panel discussion on the subject most dear to your heart* […] *If you are going to attend the ACI Convention*"]. Carta de Ted Dahlstrom, en papel con membrete de la Concrete Contractors Association of Greater Chicago, fechada el 12 de agosto de 1954. FCARP.

El 4 de septiembre de 1954 le escribe a su amiga del alma, Matilde Ucelay: "como verás me salí por fin con la mía y estoy siendo la sensación en Estados Unidos. Ya he ido dos veces este año a congresos de ingeniería".[13]

Por la misma época le escribe a Alejandro Herrero:

> Lo que más me sorprende es mi éxito como escritor. Hasta dicen que escribo bien en inglés, como verás en los comentarios del director en la última página del PA. Claro es que sería desconsolador que resultara lo contrario después del enorme trabajo que me cuesta. Creo que el secreto está en que me permito opinar, cosa, al parecer, prohibida por el uso, o mal vista, en un artículo técnico. Estas opiniones, no justificadas con hechos o experiencias ("facts" como dicen los ingleses), tienen la virtud de sacar de quicio a muchos sesudos varones, pero son, en cambio, recibidas con sorpresa y regocijo por la mayoría del público que me felicita efusivamente por ellas. En definitiva, creo que esta insólita práctica constituye uno de mis trucos de mala fé. Pero no puedo evitarlo y se me va la pluma cada vez que me pongo a escribir. De otro modo no me divierto.[14]

A partir de sus éxitos en el MIT y en el congreso del ACI le llueven las invitaciones a hablar en universidades norteamericanas, que suelen tener un presupuesto más o menos amplio para traer conferenciantes a varios niveles. Durante las décadas que siguen, Félix hace por lo menos un viaje anual a los Estados Unidos combinando conferencias en diversas universidades con asistencia a congresos y encuentros de agrupaciones profesionales como el American Institute of Architects, el American Concrete Institute, la Prestressed Concrete Association, y los diversos "capítulos" locales y regionales de estas organizaciones. En 1955, por ejemplo, da conferencias en Boulder, Colorado, en Milwakee, en MIT y Harvard, en Columbia, en la Universidad de Virginia, en la Universidad de Carolina del Norte y en Atlanta.

Félix Candela con profesores y estudiantes, Ohio State University. Foto: Félix & Dorothy Candela Archive, Princeton University.

Además de estas giras, en las que pasa una o dos noches en cada sitio, recibe invitaciones de mayor envergadura como las de Jefferson Memorial Professor en la Universidad de Virginia, en 1966, cátedra de alta categoría para un cursillo de varias semanas, y el nombramiento como Andrew D. White Professor-at-large, en la Universidad de Cornell, en 1969.

Pero a él le interesa construir fuera de México, donde la mano de obra barata y la holgura de los reglamentos le había permitido experimentar y perfeccionar sus cascarones de hormigón armado, y quiere demostrar que este material podía dar iguales resultados de belleza y economía en otros lugares. En Texas se le presentan varias oportunidades.

Por una parte, la Great Southwest Corporation, que con el promotor Angus C. Wynne a la cabeza desarrolla un parque industrial en-

[13] Carta a Matilde Ucelay, fechada el 4 de setiembre de 1954. FCARP.

[14] Carta a Alejandro Herrero, del 25 de agosto de 1954. FCARP.

Montando la prueba del primer paraguas americano, en Colorado, 1956. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

tre Dallas y Forth Worth, se interesa por los paraguas. En diciembre de 1956 recibe una carta de Richard Colley, arquitecto de Corpus Christi, anunciándole que el encofrado hecho para la GSC en Denver, Colorado, funciona maravillosamente y "por fin vamos a empezar a usar tus estructuras aquí".[15] Y así fue, pues además plantaron un paraguas delante del restaurante del conjunto.

Unos días después le anuncia que habrá bastante trabajo con la Great Southwest Corporation, puesto que han decidido cubrir un almacén de un millón y medio de pies cuadrados con cascarones.[16] En la misma carta le propone fechas de viaje a Corpus Christi para discutir el proyecto con la compañía de Texas Instruments. En esos proyectos figurará también el arquitecto texano O´Neil Ford, con quien establecerá una interesante relación profesional y de amistad, tratada por Edward Burian en este mismo libro.

Cuando se construía la iglesia de Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa, a la que en más de una ocasión se refirió como su obra favorita, escribe en una carta a Carlos de Miguel, el antiguo compañero de clases que era entonces editor de la revista *Arquitectura*, en Madrid: "el encargo de una iglesia es el privilegio mayor que puede concederse a un arquitecto, pues no hay otro tema que se preste más a hacer verdadera arquitectura".[17]

La iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa se publica en muchas revistas de arquitectura, incluso aparece en la portada de la revista *Américas* que publica la Organización de Estados Americanos, tanto en inglés como en español.

A Alejandro Herrero le cuenta en abril de 1955:

> Me interesa mucho más publicar en los E.U. porque las cosas tienen mucha más difusión que las que publico en México, que no lee nadie. Por otra parte, ya me es más fácil escribir, porque tengo en la oficina a un muchacho inglés que me corrige los artículos hasta dejarlos de una corrección inusitada en los E.U. Esto me da una fama de poliglota que ya me encargo después de echar por tierra durante mis presentaciones personales. En *Arts and Architecture* publicaron la iglesia con un artículo de los que leí el verano pasado en MIT.[18]

El muchacho inglés a quien se refiere es, por supuesto, Colin Faber, quien aparecería como autor del libro sobre la obra de Candela

[15] Carta de Richard S. Colley, del 6 de diciembre de 1956: ["*The form system that was made for Great Southwest Corporation in Denver, Colorado, seems to work slick as a whistle –erects easily and demounts easily and cheaply. At last I think that we are on the right track for using your structures here*"]. FCARP.

[16] Carta de Richard E. Colley, fechada el 24 de diciembre de 1956. FCARP.

[17] Carta a Carlos de Miguel, fechada el 26 de septiembre de 1955. FCARP.

[18] Carta a Alejandro Herrero, fechada el 15 de abril de 1955. FCARP.

Cubierta para el edificio de Texas Instruments, Texas, 1958. O'Neil Ford & Associates (Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman), consultor estructural: Félix Candela. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University

que el mismo Félix había propuesto a la editorial Reinhold, según revela el siguiente párrafo de una carta escrita al editor técnico de la revista *Progressive Architecture:* "Me place enormemente el entusiasmo con que Mr. Atkin y usted han recibido la propuesta de mi libro".[19]

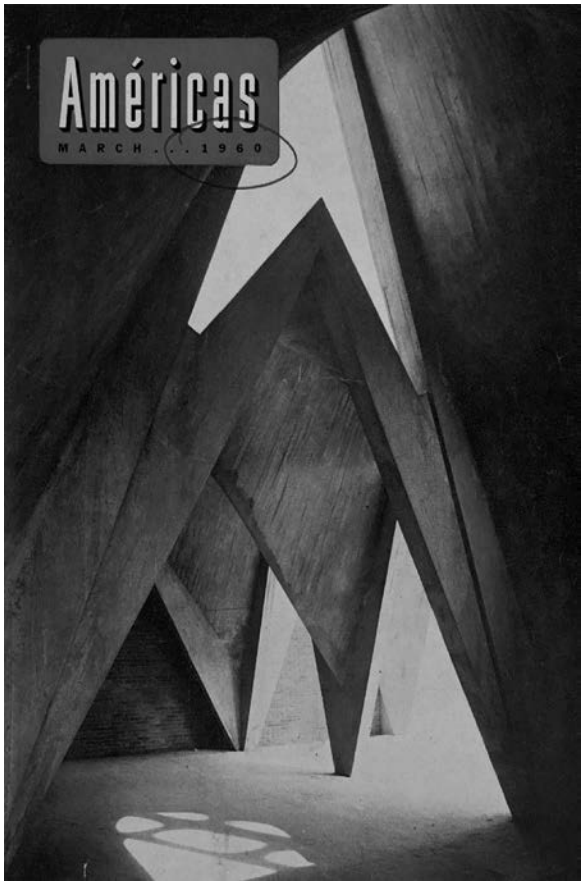
[19] Carta a Burton H. Holmes del 21 de setiembre de 1955. El texto en ingles dice así: ["*I am very gratified indeed by the enthusiasm with which Mr. Atkin and you have received my proposed book. I also consider it a very real compliment that you should offer to collaborate with me in its publication. I must say that at this time I have no definite idea as to the form the book should actually take; whether the form of a sort of pictorial autobiography, or a reference book on shells, or something more objective. I was hoping that you people, if interested in handling its publication, would give me your opinion on this. What I had most in mind, however, was the kind of volume that I sketched out in my last letter to you: essentially a pictoric biography of the shells I have built in the last 5 years, with detail drawings and progress photos, plus a minimum of philosophical or technical writings. This has the great advantage of an easy preparation of material, seeing that we have now in the office a young Englishman who would help in the layout and handle the translation, and with whom I made a friendly agreement about a percentage he would receive in return for these services*"]. FCARP.

Pero volviendo al tema de las iglesias, entre las numerosas peticiones de consultoría recibe una del joven arquitecto William P. Wenzler, de Wisconsin, quien quiere construir una iglesia con techo alabeado. Asesorado por Candela, construye la iglesia bautista de St. Edmonds, en Elm Grove, Wisconsin, en un clima decididamente no tropical.

Por el éxito de sus templos lo hacen miembro honorario de la *Church Architectural Guild of America*, que se traduciría como "Gremio de arquitectura eclesiástica de América", que más que un gremio tradicional es una de estas asociaciones típicamente norteamericanas que reúnen a todos aquellos interesados en la arquitectura eclesiástica, desde los curas católicos y pastores protestantes hasta arquitectos e ingenieros y practicantes de otras artes. La cita con que confieren este honor dice: "*His genius has given us new forms and symbols aiding man's quest for structural expression of the otherness of Divinity*".[20] [Con su genio nos ha dado formas y símbolos nuevos que impulsan la búsqueda del hombre por la expresión estructural de la Otredad de la Divinidad). Esta misma agrupación le pide que hable en su vigésimoquinta reunión, celebrada en Dallas en abril de 1964, con el tema "Structural form in the service of eloquent architecture", título que ellos le asignan.

También recibe numerosas peticiones de consultoría para la construcción de cubiertas más o menos fantasiosas o de difícil construcción. Una de ellas, de Charles Luckman, quien estuviera a cargo de grandes proyectos para la NASA, y otros, como la torre Prudential, en Boston, y el Madison Square Garden, en Nueva York. Ya al principio de los sesenta, Luck-

[20] Carta de Milton L. Grigg, presidente de la Church Architectural Guild, 1 de diciembre de 1963. FCARP.



Iglesia de Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa, en construcción, en la portada de la revista *Américas*, Organización de Estados Americanos, Washington, D.C., marzo 1960.

man le había propuesto participar en el diseño de un pabellón para la Feria Mundial de 1964, así como para la cubierta del San Diego Sports Arena, pero ninguno de estos proyectos llega a realizarse.

Sin embargo, las propuestas para hablar continúan. Accede a compartir las llamadas Charles Eliot Norton Lectures, en Harvard, con Buckminster Fuller y Pier Luigi Nervi, durante el año académico de 1961-1962. Según publica el periódico estudiantil, los títulos de las tres conferencias de Candela son "The paradox of structuralism", "Comments on the Collaboration Between Architects and Engineers" y "The Creative Process and the Expressiveness of Inner Space". Sin embargo, como confiesa en sus notas autobiográficas, se portó mal y no las publicó, aunque tampoco lo hizo ninguno de los otros dos participantes en la serie.

Coincidiendo con el fallecimiento de su esposa, en 1963, Félix amplió su órbita a los problemas políticos. Tal vez fuera porque, como dice en carta a Alejandro Herrero, los amigos de México se habían enterado de su creciente fama y lo invitan a hablar a la Federación de Universitarios Españoles (FUE). Así, dio conferencias, escribió y publicó sobre problemas de orden mundial, como la ecología y el futuro de España, pero siguió con los ojos puestos en los Estados Unidos. A su amigo Eduardo Robles Piquer le contó, en 1965: "mi proyecto de Providence sigue estancado y esperamos ordenes de seguir adelante, pero estoy arreglando una especie de asociación permanente con mis socios de Nueva York con la idea de lanzarme de modo formal en los Estados Unidos".[21]

Por esas fechas le escribió al ingeniero exiliado Manuel Díaz Marta en los siguientes términos: "El joven Richard Praeger parece ser buen businessman y cree –y yo también– que podemos sacarle buen jugo a mi nombre".[22] De modo que, en abril de 1966, firma un convenio con la compañía constructora Praeger-Kavanagh-Waterbury, con el proyecto de hacer un complejo deportivo en la Universidad de Brown, el cual no llegó a construirse.

Tiempo después de enviudar, en una de sus giras por los Estados Unidos se encontró con la arquitecta norteamericana Dorothy Davies, a quien había conocido cuando era una joven estudiante en Berkley, y en 1967 contrajeron nupcias. Establecieron residencia en Nueva York, por así convenirles para el desa-

[21] Carta a Eduardo Robles, fechada el 21 de septiembre de 1965. FCARP.
[22] Carta a Manuel Diaz Marta, fechada el 30 de septiembre de 1965. FCARP.

rrollo de los proyectos con Brown, e intentan montar un taller en México. Elaboraron juntos un proyecto para el concurso del Estadio Azteca, que no ganaron pero que se publicó en varias revistas americanas y extranjeras. Candela se asoció brevemente con Antonio Peyrí y Enrique Castañeda para el proyecto del Palacio de los Deportes, la última obra que construyó en México, y de tres estaciones de la Línea 1 del metro de la Ciudad de México: San Lázaro, Candelaria y Merced.

La oferta de un nombramiento de *full profesor* en la Universidad de Illinois lo llevó a instalarse definitivamente en los Estados Unidos. Esta universidad había creado un campus provisional en la ciudad de Chicago para acomodar a los soldados que volvieran de la Segunda Guerra Mundial y recibieran el famoso *GI bill* para reanudar la educación interrumpida o, tal vez, ni siquiera comenzada antes de la guerra. Al final de los años sesenta, el campus de Chicago se amplió con la creación de varios programas graduados, uno de los cuales fue el de Arquitectura, dentro del nuevo College of Architecture and Art, del que era decano su antiguo amigo Leonard J. Currie. El renombre mundial de Félix Candela dio más lustre a esta relativamente pequeña sucursal de la gran universidad del estado de Illinois, que el que esta le pudiera haber dado a él. No obstante, le brindó seguridad económica y bastante tiempo libre, como contó a los amigos.

Este tiempo libre le permitió volver a esgrimir el martillo con obreros mexicanos. Después de renovar un apartamento en Nueva York, para el expresidente mexicano Miguel Alemán, Dorothy compró un grupo de casas desvencijadas en el centro de Chicago y los dos se dedicaron a arreglarlas una a una, con la ayuda de obreros mexicanos, esta vez ilegales, que se presentaban en su casa en gran número. Según las iban arreglando, vivían en ellas,

Iglesia episcopal de St. Edmonds, Elm Grove, Wisconsin, en la nieve, 1957. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

alquilaban otras y acababan vendiéndolas con gran ventaja después de conseguir que se incluyeran en el registro de propiedades históricas. En sus cartas a los amigos, Félix hablaba de hacer libreros empotrados, rejas de hierro y otras tantas cosas, con el mismo espíritu emprendedor con el que se había puesto a construir barracas en el campo de concentración de Saint Cyprien, después de atravesar los Pirineos camino al exilio, a principios de 1939.

Pero Félix cumplió los 68 años antes de que Ronald Reagan consiguiera abolir la jubilación obligatoria, y tuvo que jubilarse en 1978. Años después, en su discurso de aceptación del doctorado *Honoris Causa* que le confirió la Universidad Politécnica de Madrid, en 1994, hizo una dura crítica de la enseñanza americana en los siguientes términos:

> Pero si no hay más remedio que seleccionar lo que razonablemente se puede enseñar en tan poco tiempo yo me inclinaría por eliminar o aligerar los estudios prácticos o puramente profesionales, dando preferencia a las materias

teóricas [...] No es este el criterio general, al menos en Estados Unidos. La universidad americana, con la introducción de las materias electivas en el *curriculum* por uno de los más ilustres rectores –Charles Eliot Norton, de la Universidad de Harvard–, renunció, al parecer, a la misión idealista que hasta entonces trataba de cumplir, creando hombres cuya educación fuese lo más completa posible, para concentrarse en la producción en masa, a toda prisa, de profesionales especializados que pudieran servir eficientemente, y de inmediato, a una rama especifica de la industria o de la administración.[23]

Un poco más adelante, en el mismo texto, retomó la crítica al comentar sobre sus propios artículos:

> Tengo que confesar que algunos de aquellos artículos podrían considerarse como escandalosos, pero necesitaba rebelarme públicamente contra el criterio establecido para poder cambiar mi actitud de acatamiento al mismo y, también, como defensa ante los que me atacaban diciendo que no sabía calcular [...] Tras un desproporcionado esfuerzo de investigación y estudio, descubrí que la mayor parte de lo que se decía en los numerosos artículos que examiné era innecesario e inútil, y que lo aprovechable de aquel fárrago de publicaciones seudo científicas podía condensarse en unas cuantas paginas [...] Esta tarea, que ocupó varios años de mi vida, se vio dificultada por el inmoderado –podríamos llamarlo patológico– crecimiento de la literatura técnica, fomentado en gran parte por la organización universitaria, que exige a todo estudiante que produzca una tesis y a todo profesor que publique si quiere ascender en el escalafón académico. Por lo que observé varios años en el Comité de Promoción de una de ellas y por razones que tienen mucho que ver con la organización burocrática, la cantidad y no la calidad de lo publicado es lo que cuenta, dando origen a una avalancha de escritos en los que no puede haber gran cosa original, pero que contribuye a la confusión reinante. Un exceso de información es tan efectivo como la ausencia de información para impedir la difusión del conocimiento.[24]

Portada de la revista *Building Construction* (julio 1968), en la que aparece Félix Candela en el despacho Praeger-Kavanagh-Waterbury, de Nueva York, cuando se anunció su sociedad.

Félix había vuelto a Madrid en 1969, ante la insistencia de Florencio del Pozo, para participar en un homenaje a Eduardo Torroja, con la idea de que podría ser buena influencia para

[23] Félix Candela, texto dactilografiado de su discurso al ser nombrado Doctor *Honoris Causa* por la UPM, conservado en el archivo de Princeton.

[24] *Ibidem.*

los jóvenes que se oponían al decadente régimen franquista. En los viejos barrios de Madrid hicieron algo parecido a lo de Chicago, es decir, comprar pisos viejos y alquilarlos o venderlos después de arreglarlos; parecía ser un *hobby* de Dorothy en el que Félix colaboraba gustoso. Sin embargo, fue él quien insistió en hacer una casa en Raleigh, Carolina del Norte, donde vivía Jane, la hija de Dorothy, y fue allí donde Félix Candela murió, el 7 de diciembre de 1997.

Si bien no llegó a construir tanto como él hubiera querido, el impacto intelectual de Candela en los Estados Unidos perduró en el quehacer de varios arquitectos e ingenieros. Dos de ellos, Terence Riley, para entonces director de la sección de arquitectura y diseño del Museo de Arte Moderno de Nueva York (MOMA), y Guy Nordenson, profesor de ingeniería tanto en Princeton como en MIT, organizaron una serie de conferencias, llamadas *Candela Lectures*, patrocinadas por el MOMA, los departamentos de arquitectura de la Universidad de Princeton y del MIT, y la Structural Engineers Association of New York. Estas conferencias se dieron anualmente entre 1998 y 2005, y fueron publicadas en 2008 por el propio MOMA como *Seven structural engineers: the Felix Candela lectures*.[25]

Tanto en notas autobiográficas como en entrevistas, Félix dijo a menudo, con su característica modestia, que siempre había tenido suerte. Tuvo suerte en 1939, cuando iniciaba su exilio en el campo de concentración en Francia, que le permitió utilizar su preparación para construir barracas en aquel pedazo de playa rodeada de alambre de púas donde les tuvieron detenidos. Tuvo suerte al salir del campo porque alguien desconocido puso su nombre en la lista para ir a México; como la tuvo en este país que no solo le recibió con los mismos brazos abiertos que a sus compatriotas, sino al que llegó en un momento en que el desarrollo del país fue campo fértil para el desarrollo de su arquitectura. Tuvo suerte de que la UNESCO montara una biblioteca científica y técnica, para que él pudiera reunir artículos de todo el mundo en el momento en que se sintió con ánimos de reanudar sus estudios sobre cubiertas alabeadas. Pero es bien sabido que a veces uno hace su propia suerte y, como hemos visto, su relación con los Estados Unidos no fue precisamente resultado del azar, sino del empuje pertinaz de Félix. Cuando se sintió en forma y quiso que el mundo conociera su obra y sus ideas, se propuso hacerlo en el idioma y en el país donde encontraría la mayor capacidad de difusión. Y así lo hizo, entró de frente en las publicaciones norteamericanas y por ahí a los congresos y a las universidades. Tal vez fue la suerte la que hizo que –dadas las dificultades de construir en los Estados Unidos– su amigo Leonard J. Currie, decano de un incipiente programa graduado, le ofreciera una cátedra –y un sueldo fijo– en Chicago, y suerte también que a Dorothy se le diera bien lo de comprar y vender casas después de arreglarlas.

En su discurso como flamante Doctor Honoris Causa de su alma máter, la Universidad Politécnica de Madrid, dijo: "La fama y el reconocimiento mundiales que disfruté durante tantos años se han ido desvaneciendo y voy descubriendo y apreciando la paz que el olvido proporciona, con la ilusión de haber hecho, quizás, algo trascendente".[26]

El paso de Félix Candela por los Estados Unidos fue, sin lugar a dudas, trascendente.

[25] Guy Nordenson (ed.), *Seven structural engineers: the Felix Candela lectures*, Museum of Modern Art, Nueva York, 2008.

[26] Félix Candela, texto dactilografiado, *op. cit.*

O'Neil Ford en México y Félix Candela en Texas: conexiones cruzadas y colaboraciones 1955-1968 [1]

Edward R. Burian

Introducción

Aunque la obra de Félix Candela (1910-1997) se ha difundido ampliamente en publicaciones de todo el mundo, poco se ha escrito sobre sus colaboraciones con el célebre arquitecto texano O'Neil Ford (1905-1982). Aunque el trabajo de O'Neil Ford es ampliamente conocido en el suroeste estadounidense y en todo Estados Unidos, sorprendentemente, su trabajo es virtualmente desconocido en México. Esto es sorprendente dado que la carrera de O'Neil Ford se centró, en gran medida, en San Antonio, Texas, y en muchos sentidos reflejaba las tradiciones y la cultura transnacional mexicana-anglosajona de la región. Con todo eso en mente, este ensayo explorará las poco conocidas colaboraciones de O'Neil Ford con Félix Candela, para hacer que este subvalorado cuerpo de trabajo sea más conocido entre una audiencia mayor.

La colaboración de Ford con Candela surgió de sus antiguos intereses en la lógica estructural y la materialidad, así como en la cultura mexicana. Los intereses de Ford incluían la arquitectura precolombina, colonial y moderna, viajar por todo México, coleccionar libros sobre arquitectura y arte popular mexicano, importar materiales mexicanos e invitar a artesanos locales a San Antonio para construir sus proyectos. Además, tenía Amistad con destacados profesionales mexicanos de vanguardia.

A lo largo de la prolífica trayectoria arquitectónica de Ford, su trabajo de diseño se caracterizó por la franqueza y, paradójicamente, tanto por la tradición como por la innovación. Aprendió activamente de la arquitectura vernácula regional en México y el sur de Texas en términos de la "honestidad" de los materiales en la tradición intelectual de Ruskin, Wright y Kahn. Su destilación de los principios estructurales de la arquitectura vernácula se hizo en términos de "integridad" y "franqueza", y sirvió de inspiración para las expresiones estructurales contemporáneas de su propia obra.

Materialidad, lógica tectónica y conexiones con México

O'Neil Ford tuvo una infancia desafiante que forjó su interés en la artesanía y le permitió tener una experiencia directa con materiales desde una edad temprana. Nació en 1905, en Pink Hill, poblado ubicado en el norte de Texas, pero tras de la muerte de su padre se trasla-

[1] Traducción del inglés: Alberto López Martínez, UNAM.

dó con su madre y sus hermanos a Denton, en el mismo estado, en 1917. En ese entonces, él solo tenía doce años y empezó a trabajar para ayudar a mantener a su familia.

> Neil y Lynn tenían una variedad de trabajos extraños, algunos de los cuales los exponían a materiales de construcción reales y trabajo pesado. Trabajaron durante algún tiempo limpiando ladrillos usados, lo cual era un trabajo duro y agotador, pero que Authella [su hermana] atribuye el haberle dado a Neil conocimiento y apreciación de por vida para trabajar con dichos materiales. Neil pasó mucho tiempo aprendiendo los diversos materiales de construcción y podía identificar la mayoría de los tipos de madera disponibles a través de su aspecto y olor.[2]

Las escuelas públicas a las que Ford asistió en su juventud también influyeron en su interés, a lo largo de su vida, por los materiales, la construcción y la lógica tectónica.

> Las escuelas Sherman estaban muy influenciadas por su superintendente progresista, el Dr. Jay Pyle, quien a su vez había sido influenciado por William Morris. Su énfasis en el arte y la educación en la escuela ayudó a fomentar la creatividad en la familia Ford. Bajo la tutela de Pyle, los niños aprendieron a hacer cosas, cosas útiles con punzones, cinceles y sierras. Para el 6º grado, aprendían a usar máquinas en la escuela. La simplicidad de la influencia del movimiento Artes y Oficios (Arts & Crafts), transmitida por Morris a Pyle y luego a sus estudiantes, sirvió para orientar la dirección del trabajo de Ford en su vida posterior.[3]

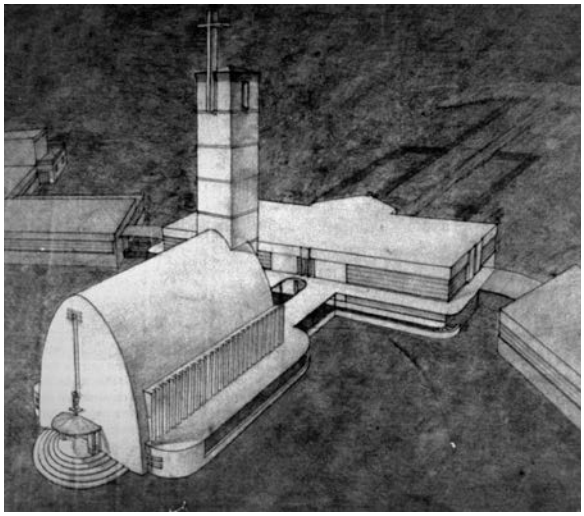
[2] Véase, Cochran, Mike, *O'Neil Ford: Denton Architect*. Conferencia preparada para el 75º Aniversario de la fundación de la Biblioteca Pública Emily Fowler, Denton, Texas, junio del 2012. <http://www.dentonhistory.net/page84/ib>.
[3] *Idem.*

Después del bachillerato, Ford asistió dos años al North Texas State Teachers College (actualmente University of North Texas), pero las cargas financieras le impidieron continuar con su educación formal. En lugar de ello, obtuvo un certificado de Arquitectura por correo de parte de las International Correspondence Schools of Scranton, Pennsylvania, y continuó su educación al leer, viajar y experimentar directamente toda su vida. O'Neil leía mucho y tenía una amplia gama de intereses variados que incluían la cultura local y regional, la preservación histórica y la política local, así como el modernismo regional, los principios estructurales, la tecnología y la ciencia (incluyendo el programa espacial y la NASA), entre otros campos de estudio.

Como nativo de Texas, Ford tuvo también una estrecha relación con la cultura, los materiales y las tradiciones tectónicas de México. Hizo su primer viaje a este país en 1923, a los 18 años, aún en *high school*. En aquella ocasión visitó los pueblos fronterizos de Ciudad Acuña y Piedras Negras, en el estado de Coahuila. Entre 1926 y 1932, trabajó en la oficina del arquitecto David R. Williams, también texano nacido en Dallas, quien se convertiría en uno de sus mentores. Williams tenía vínculos con México, había trabajado en proyectos de ingeniería y en algún diseño para una compañía petrolera en Tampico, Tamaulipas. Además, hizo una fortuna a temprana edad invirtiendo en México.[4]

Durante la Gran Depresión (1929-39) O'Neil Ford tuvo poco trabajo y emprendió proyectos hipotéticos. En 1932 hizo un proyecto de capilla, no construido, que reflejaba sus intereses en los sistemas tectónicos expresivos y en la construcción de cascarones de concreto; tenía

[4] En 1920, Williams vendió todos sus activos y se embarcó en un carguero, de Veracruz a Le Havre, Francia, donde pasó tres años inmerso en la educación clásica europea.



Proyecto de capilla no construida, 1932. O'Neil Ford. Mary Carolyn, *O'Neil Ford, Architect*. Foto: Hollers George.

una cubierta parabólica que hacía referencia al hangar de dirigibles de Eugène Freyssinet, en Orsay, cerca de París, que Le Corbusier había admirado. Ford afirmó en un ensayo que este proyecto era "el símbolo perfecto de la estructura".[5]

Ford inició su práctica privada en 1934 y trabajó con una serie de socios en Texas a partir de 1936. En 1939 diseñó con Arch Swank la pequeña capilla en el bosque, en la Woman´s University (Universidad de la Mujer) en Denton, Texas, que fue casi contemporánea de la Iglesia de la Purísima, en Monterrey, Nuevo León, de Enrique de la Mora y Palomar (constructor Armando Ravizé Rodríguez, 1940) o del infravalorado proyecto de una iglesia en Torreón, Coahuila, de Jorge González Reyna y Walter Gropius (1944, no construido). Ciertamente, este trabajo de Ford, con sus arcos de ladrillo de forma parabólica era menos inventivo estructuralmente que los cascarones de concreto armado que Candela empezaría a construir años después, pero sus pri-

[5] Véase el ensayo de 1932, de O' Neil Ford, "Organic Building", en O'Rourke, Kathryn E., (ed.), *O'Neil Ford on Architecture*, Austin, Texas, University of Texas Press, p. 75.

Proyecto para concurso de iglesia en Torreón, Coahuila. Jorge González Reyna y Walter Gropius, 1945 (no construido).

meros proyectos construidos reflejaban su interés en sistemas estructurales expresivos que, además, en ese caso, respetaba las tradiciones regionales y el contextos del campus universitario.

Los cambios en la vida personal de Ford solo aumentaron sus vínculos con México. En 1939 trasladó su oficina a San Antonio, Texas, para trabajar en el proyecto de restauración y reutilización de La Villita, con la señora Elizabeth Graham, quien pertenecía a una prominente familia de San Antonio y era presidenta de la Sociedad de Conservación de San Antonio (1955-57). Ahí conoció a la hija de Graham, Wanda (1918-2002), y se casaron en 1940. Su luna de miel fue un viaje de un mes, en automóvil, a México. En Ciudad de México, los recién casados se alojaron en el elegante Hotel Regis, y después fueron a Morelia, Michoacán, y a Guadalajara, Jalisco. Tuvieron tres hijos; a una la llamaron "Wandita" adaptando el nombre de su esposa con el típico diminutivo mexicano.

La familia Ford se instaló en la casa familiar de la señora Graham, en Willow Way, San An-

tonio, cerca de la misión colonial española de San José, del siglo XVIII. La casa reutilizó la piedra tradicional de las casas de la zona que estaban siendo demolidas, y fue construida por artesanos mexicanos que vivían en la propiedad. La residencia de Willow Way reinterpreta los detalles de los edificios históricos de la zona, y numerosas piezas de artesanía y arte popular comprado en viajes a México adornaron el hogar. Las familias mexicanas que trabajaban para la familia Ford también vivían en Willow Way.[6] Entre los invitados que visitaban la casa había una variedad de gente interesante que ha sido descrita como una colonia de artistas excéntricos que formaba una especie de "zoológico".

Primera Iglesia Cristiana en Denton, Texas, 1957, interior. O'Neil Ford & Associates, consultor estructural: Félix Candela. Foto: <https://www.yelp.com/biz/first-christian-church-of-denton-denton>.

Colaboraciones con Félix Candela, 1955-1968

Es probable que O'Neil Ford haya visto el trabajo de Félix Candela en diversas publicaciones, y que se hayan conocido personalmente en 1952, en el VIII Congreso Panamericano de Arquitectos, en la Ciudad de México, al que parece que Ford asistió.[7] Pero lo cierto es que su correspondencia inició en 1955, cuando Ford le pidió a Candela que actuara como consultor estructural en una propuesta inicial para la capilla de la Universidad Trinity, en San Antonio. Ford siguió realizando viajes a México para adquirir materiales para sus proyectos o para ver a su amigo John Short, torero estadounidense, en Ciudad Acuña. En 1956 hizo un viaje al norte de México para adquirir materiales de construcción para la Residencia Haggerty (1956) y también a Vallecillo, Nuevo León, para examinar la construcción tradicional en piedra. Viajó frecuentemente al sur de México para visitar sitios mayas en 1962, 1965, 1966, 1968, 1971 y 1972. Visitó la arquitectura colonial en el centro de México en 1961, 1962 1963, 1964, 1965, 1966, 1969, 1970, 1971, 1974 y 1976. En cuanto a estados específicos de México, visitó Baja California en 1975, Oaxaca –incluido Monte Albán– en 1977 y 1978, y en 1979 visitó Yucatán y Guatemala (Chichicastenango y Tikal).[8] La última visita registrada de Ford a México fue la Misión de San Ygnacio, Texas, justo al sur de Nuevo Laredo, que realizó en 1980, apenas dos años antes de que falleciera, a la edad de 76 años, en San Antonio.

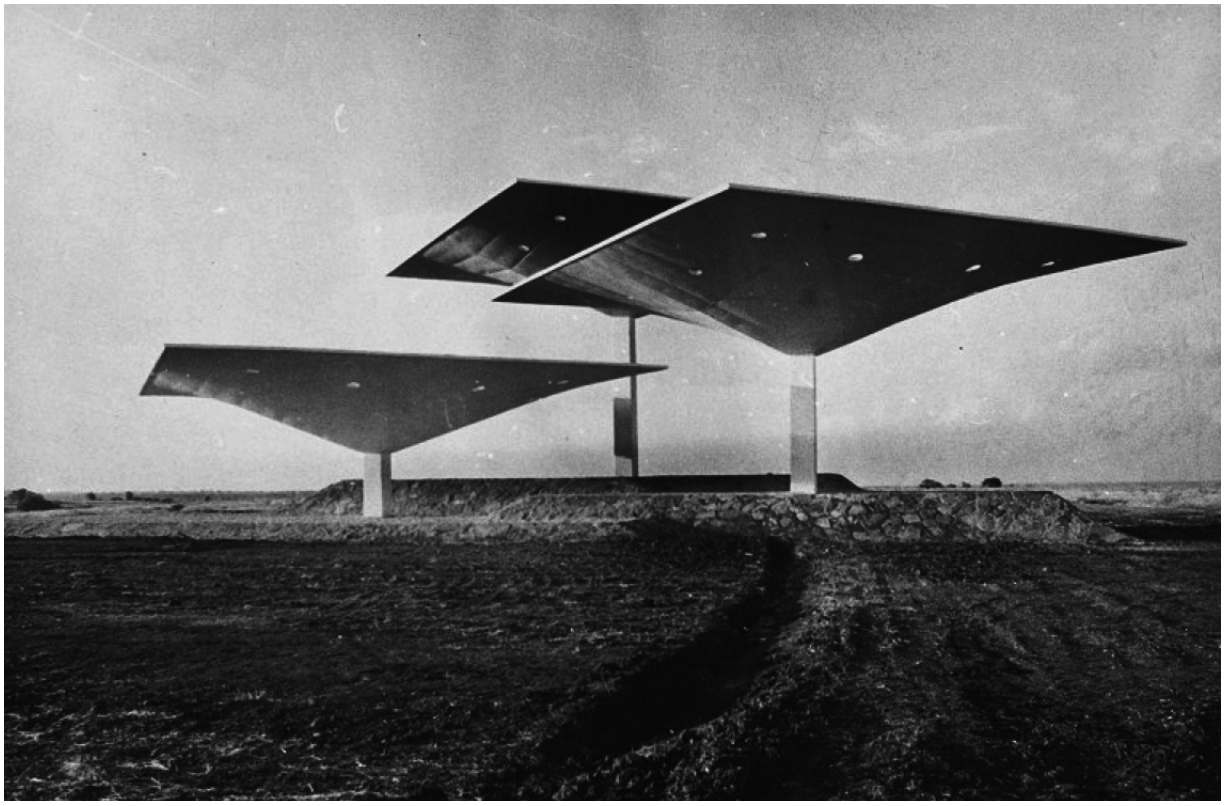
En 1957, Ford y Candela colaboraron en la Primera Iglesia Cristiana, en Denton, Texas.[9] La

[6] Entre las familias mexicanas que vivían en Willow Way se incluía la de Luis e Inés Reséndiz. En 1949 Ford escribió una declaración jurada de apoyo y recomendaciones para Luis Velázquez y María Luisa Maldonado al Vicecónsul Raineri y al Consulado Americano. Véase the O'Neil Ford Collection, Alexander Architectural Archives, University of Texas at Austin Libraries, caja 49, fólder 8.

[7] El autor encontró un folleto en la O'Neil Ford Collection, Alexander Architectural Archives, University of Texas at Austin Libraries.

[8] Estas fechas y destinos de los viajes de Ford a México se establecieron mediante la datación de diapositivas en la O'Neil Ford Collection, Alexander Architectural Archives, University of Texas at Austin Libraries.

[9] En este proyecto, O'Neil Ford fue el director, Howard Wong fue el arquitecto del proyecto y Candela actuó como ingeniero estructural.



Parque Industrial de la Great Southwest Corporation, Arlington, Texas, paraguas en la entrada al complejo, 1958. O'Neil Ford & Associates (Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman), consultor estructural: Félix Candela. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

sencilla fachada situada frente a la calle contrastaba con un fino pórtico curvo empleado como techo y sostenido por esbeltas columnas. La nave estaba atravesada por cascarones poco profundos con una inclinación de 35° para crear una relación contextual con el vecindario y con un revestimiento impermeable para el techo, mientras que el interior del cascarón estaba acabado con un revestimiento de yeso acústico.[10] Algunos han afirmado que el techo en forma de paraboloide hiperbólico de diez secciones, cinco a cada lado de la cresta, representaba los dedos de las manos extendidos hacia arriba en señal de oración.[11] Aunque hay algunas similitudes en términos de enfoque estructural con la Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa (Félix Candela, Ciudad de México, 1953-55), este proyecto protestante en Texas fue mucho más restringido y estaba menos centrado en el interior, a comparación de las iglesias católicas de Candela en México, que tenían volúmenes articulados que creaban una especie de espacio interior celestial. En cambio, los muros acristalados a ambos lados de la nave de la iglesia de Denton, Texas, proporcionan luz y una vista hacia un exuberante jardín para la congregación, vinculando naturaleza y arquitectura en una tradición ligada al protestantismo.

Ford volvió ese mismo año a Vallecillo, Nuevo León, para comprar piedra para la Residencia Slick (1957), y siguió adquiriendo libros de arquitectura moderna mexicana para su biblio-

[10] Véase, Dillon, David, *The Architecture of O'Neil Ford, Celebrating Place*, Austin, Texas, University of Texas Press, 1999, pp. 106-107.

[11] Véase, Cochran, Mike, *O'Neil Ford: Denton Architect, op.cit.*

teca, como el de I.E. Myers titulado *Mexico's Modern Architecture* y la *Guía de arquitectura mexicana contemporánea*.[12]

En 1958 Candela volvió a colaborar con Ford y sus socios en el proyecto para el Parque Industrial, de la Great Southwest Corporation, en Arlington, Texas.[13] Gran parte de la innovación de este conjunto surgió de la colaboración con Candela y sus cascarones de concreto armado con forma de paraboloide hiperbólico, con el que se consigue un sistema estructural de amplios claros. Los paraguas de Candela también se utilizaron como objetos independientes para marcar la entrada al complejo, así como para separar grupos de edificios, y se convirtieron en hitos y símbolos del progreso y la modernidad en Texas. Estos techos de cascarón de concreto comunicaban una visión futurista, e incluso aparecieron en la portada del anuario de la cercana Escuela Secundaria de Arlington.[14]

El uso de paraguas de concreto de capa delgada surgió en los años veinte, pero ganó importancia como tipo estructural en Inglaterra durante la Segunda Guerra Mundial, cuando el racionamiento de materiales era vital. Su contribución al construir cimbras a partir de piezas rectas de madera para crear superficies con forma de paraboloide hiperbólico de doble curvatura fue significativa. Además, se empleaban refuerzos de acero que siempre estaban atados al refuerzo adicional en el borde de la cimbra de madera. Ejemplos concurrentes del uso de paraguas de concreto armado por parte de Candela incluyen, en Ciudad de México: los Laboratorios CIBA (1953-54), la fábrica de trajes High Life (1954-55), el Almacén de Celestino Fernández (1955) y el Mercado de Coyoacán (1955) entre muchas otras obras tanto en la capital como en el resto del país, donde los cascarones de concreto armado de Candela deben entenderse como construcciones impulsadas principalmente por la lógica estructural como respuesta a la física, utilizando los materiales de manera eficiente y proyectando a México como una nación moderna y progresista después de la Revolución Mexicana (1910-1917),

Edificio en el Parque Industrial de la Great Southwest Corporation, Arlington, Texas, con el acceso enmarcado y protegido por un paraguas, 1958. O'Neil Ford & Associates (Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman), consultor estructural: Félix Candela. Foto: Félix Candela Architectural Records and Papers, Dept. of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library. Columbia University.

[12] I.E. Myers, *Mexico's Modern Architecture*, Nueva York, Architectural Book, 1952; *Guía de arquitectura mexicana contemporánea*, Guillermo Rosell, Lorenzo Carrasco y Richard Grove, México, Espacios, 1952. Correspondencia del autor, de un correo electrónico del 8 de junio de 2017, de Michael Guarino, director de la empresa sucesora. Ford, Powell, Carson sobre la biblioteca de Ford, que descubrió en el archivo de la oficina.

[13] El equipo del proyecto incluía a O'Neil Ford con Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman como planificadores, además de Candela como consultor estructural.

[14] Los equipos de la Escuela Secundaria de Arlington se llamaban los "Colts" y se les apoyaba con la porra, "*Kick'em Colts*". El anuario de la escuela presentaba a su mascota en vivo, "*Little Arlie*", un pony de Shetland, y a sus cuidadores posando frente a los cascarones diseñados por Candela, que formaban la entrada al proyecto.

Edificio sede de la Texas Instruments Semi-Conductor Components, Richardson, Texas, vista aérea del proyecto terminado, 1958. O'Neil Ford & Associates (Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman), consultor estructural: Félix Candela. Dillon, David, *The Architecture of O'Neil Ford, Celebrating Place.*

Edificio sede de la Texas Instruments Semi-Conductor Components, Richardson, Texas, durante la construcción. Se aprecia el nivel inferior del suelo, el espacio intersticial para instalaciones y los cascarones de concreto armado en la cubierta, 1958. O'Neil Ford & Associates (Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman), consultor estructural: Félix Candela. Dillon, David, *The Architecture of O'Neil Ford, Celebrating Place.*

pero no como una reinterpretación de la arquitectura barroca mexicana.[15] Por supuesto, los techos de concreto armado en forma de paraguas se han utilizado, desde entonces, en proyectos como estaciones de autobuses y gasolineras en México y se han convertido en una especie de vernáculo comercial.

También en 1958, Candela colaboró con O'Neil Ford and Associates en el proyecto para el edificio sede de la Texas Instruments Semi-Conductor Components, en Richardson, Texas. Tal y como los ingenieros orientados a la innovación que eran sus clientes, Ford y su equipo fueron desafiados por un nuevo conjunto de requisitos para la construcción y diseño del edificio de esta empresa, debido al rápido desarrollo de la nueva industria de los semiconductores. El equipo de diseño asumió riesgos y abrió nuevos caminos. Las innovaciones en el edificio de Texas Instruments incluyen su diagrama organizativo de sección, sistema estructural, servicio mecánico, revestimiento e iluminación indirecta por el rebote de la luz en las superficies alabeadas parabólico-hiperbólicas de la planta de fabricación.

El sistema de grandes claros proporcionó bahías de cascarones parabólico-hiperbólicos con módulos de planta cuadrada de 19 m de lado con un mínimo de espesor estructural y, al mismo tiempo, daba identidad modular a los lugares individuales dentro de la vasta estructura. Las columnas dobles para apoyar cada cascarón y el piso intersticial del edificio de la Texas Instruments fueron particularmente creativos. Un marco espacial de 9 ft de altura (unos 3 m), hecho con tetrápodos de concreto prefabricados, separaba el piso inferior que albergaba oficinas y laboratorios de los espacios elevados del piso superior que servían como áreas operativas de fabricación. El profundo entramado tridimensional proporcionaba un entrepiso entre ambas plantas para albergar el complicado equipo mecánico y de mantenimiento que necesitaba Texas Instruments. El uso pionero del marco espacial por parte de Ford, en la década de 1950, anticipó el

[15] Véase mi entrevista con Alberto Pérez-Goméz, en Burian, Edward R., (ed.), *Modernity and the Architecture of Mexico*, Austin, Texas, University of Texas Press, 1997, p. 47.

Edificio sede de la Texas Instruments Semi-Conductor Components, Richardson, Texas, espacio de trabajo flexible con sistema modular de grandes claros, durante la construcción, 1958. O'Neil Ford & Associates (Richard Colley, Arch Swank y Sam Zisman), consultor estructural: Félix Candela. Dillon, David, *The Architecture of O'Neil Ford, Celebrating Place.*

uso de este tipo de estructura entre las vanguardias arquitectónicas de la década siguiente, desde Paúl Rudolph hasta las visiones utópicas de Archigram y SuperStudio.[16] Construidos varios años antes de la más célebre aplicación de Louis Kahn del espacio intersticial en el Salk Institute (La Jolla, California, 1965), Ford y Candela inventaron un nuevo tipo de marco espacial para organizar los complejos y rápidamente cambiantes servicios mecánicos.[17]

El sistema repetitivo de bahías de trabajo de Ford y Candela produjo un proyecto familiar, casi residencial, a escala, complementado por los tradicionales patios internos. Así, el proyecto era simultáneamente nuevo y viejo, innovador y familiar. Estos patios-jardín trajeron luz y vistas a los espacios interiores. Los trabajadores que ensamblaban diminutos transistores en espacios libres de polvo bajo los amplios techos en forma de paraboloides hiperbólicos podían tener una refrescante pausa de trabajo bienvenida en los exuberantes patios plantados con intrincados murales de cerámica y con luz natural discontinua. La escultura de cerámica en bajo relieve hecha por Tom Stell, un artesano que colaboraba frecuentemente con Ford, presentaba imágenes de trabajadores, símbolos matemáticos y tecnología. El proyecto era a la vez un ensayo sobre la lógica estructural y la claridad tectónica, mientras que la fachada era una expresión de cascarones rellenos con sutiles modulaciones de ladrillo para crear una escala que recordaba a los edificios residenciales vernáculos o a los establos del lugar. También es probable que Kahn, quien conocía a Ford, viera este edificio y su sistema de fachada de relleno antes de que diseñara el Museo Kimbell (1972) en la cercana Fort Worth, Texas.

[16] Véase, Speck, Lawrence. "The Inventive '50s: Ford had a Better Idea", *Texas Architect* 35.4 (1985), pp. 38-45.
[17] *Idem.*

Al mismo tiempo, Ford también se interesó cada vez más en el uso del ladrillo y la tradicional bóveda tabicada mexicana. En 1966, viajó a San Miguel de Allende, Guanajuato, para adaptar tipologías tradicionales, materiales y adquirir elementos arquitectónicos para la Residencia Steves. En una de sus cartas, elogió la arquitectura vernácula y el urbanismo tanto de San Miguel de Allende como de Guanajuato y Oaxaca.[18] El interés de Ford en la lógica estructural de la arquitectura vernácula en México se reflejó en proyectos residenciales eclécticos como la Residencia Steves (1962-64), donde utilizó materiales provenientes de México y hábiles albañiles mexicanos que construyeron bóvedas tradicionales de ladrillo.[19] Para esta residencia, los propietarios compraron arcos de piedra del siglo XVII, una gran puerta de madera y rejas de hierro forjadas, en San Miguel Allende. Los materiales del piso interior eran baldosas de Saltillo o piedra cortada a mano en Santiago Marfil, Guanajuato.[20] Chris Carson, quien más tarde se convirtió en socio de la oficina, hizo la mayor parte de los detalles de la residencia. En la misma, los materiales antiguos y nuevos estaban claramente diferenciados. Las puertas antiguas de madera tenían un acabado rugoso, mientras que los dinteles de madera recibían un acabado a máquina. Para la residencia Liedtke, Ford y el arquitecto del proyecto, Chris Carson, también viajaron a México con sus clientes, en su avión privado, para explorar la arquitectura tradicional del lugar.

[18] Véase el video tributo de Boone Powell a O'Neil Ford. <https://www.youtube.com/watch?v=S_UX0Kdfo6o>.

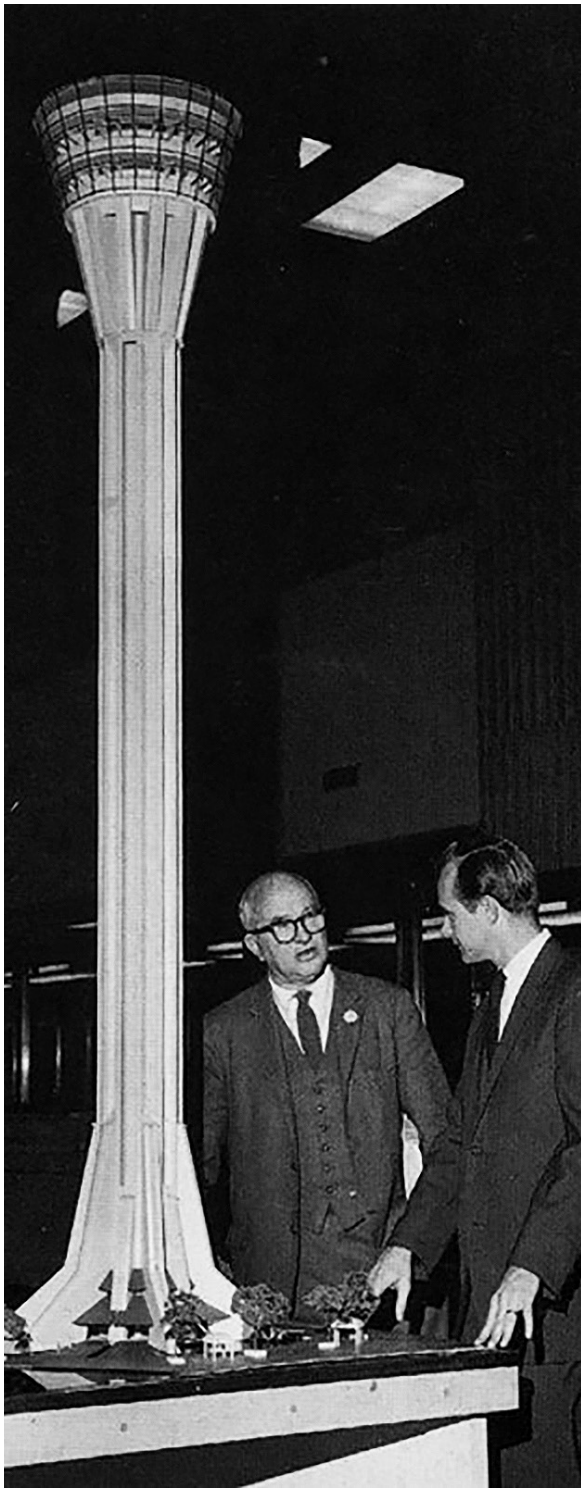
[19] Véase, "H & G's Hallmark House for 1967". *House and Garden* 131 (1967): 125-[139]. Physical Details: ill., plans, notes: House for Mr. & Mrs. Marshall Terrell Steves, San Antonio, Texas.

[20] Véase, Dillon, David, *The Architecture of O'Neil Ford, Celebrating Place*", Austin, Texas: University of Texas Press, 1999, p. 117.

En lugar de recibir una compensación económica por el proyecto de la Residencia Steves, los clientes pagaron a Ford la construcción de una ampliación en su residencia de Willow Way, la Casa Bóveda (San Antonio, 1963-65), utilizando el sistema tradicional mexicano de bóvedas de ladrillo y los mismos albañiles mexicanos utilizados en el proyecto de la Residencia Steves. Durante este período, Ford también desarrolló una pasión por el ladrillo mexicano hecho a mano. Le gustaba la calidad áspera y artesanal de ese ladrillo tradicional, pero la Acme Brick Company, de Texas, no apreciaba estas cualidades y pidió públicamente a Ford que usara su producto. Ford, a su vez, desafió a Acme a crear un ladrillo que tuviera las cualidades que admiraba del ladrillo tradicional mexicano y estos respondieron con un producto que se conoció como ladrillo "El Fordo". Este ladrillo fue usado en las estructuras municipales de Denton, Texas, entre muchas otras, como la oficina de Ford.[21]

Uno de los mayores proyectos emprendidos por Ford fue para la exposición internacional Hemisfair '68, un ambicioso proyecto de feria mundial, en San Antonio, Texas, que promovía el panamericanismo, el progreso y la preservación histórica selectiva. El arquitecto luchó con tanta pasión por la preservación de muchos de los edificios antiguos existentes en el sitio, que finalmente condujo a su despido como director de diseño de la feria, aunque fue contratado como arquitecto para varios edificios individuales, incluyendo la Torre de las Américas, que pretendía ser un hito, símbolo y estructura temática para la Hemisfair. Era una torre de observación de 750 ft de altura (228 m) que contaba con restaurante. Curiosamente, el notable arquitecto moderno mexicano Mario Pani hizo otra propuesta para

[21] Véase Cochran, Mike, *O'Neil Ford: Denton Architect, op.cit.*



Hemisfair Tower (Torre de las Américas), San Antonio, Texas. O'Neil Ford con su joven socio Boone Powell, al lado de la primera maqueta, 1966-1968. Ford Powell Carson; Félix Candela, consultor estructural en los primeros esquemas; Feigenspan y Pinnell, ingenieros estructurales del diseño final. Dillon, David, *The Architecture of O'Neil Ford, Celebrating Place.*

una torre de 2 000 ft de altura (609.6 m) y también ofreció ayudar a financiarla a cambio de un porcentaje de las ganancias, pero su propuesta fue rechazada por el comité organizador.

La Torre Hemisfair (Ford Powell Carson, 1966-1968)[22] contó con Félix Candela como consultor de ingeniería estructural para los cascarones de concreto armado en los primeros esquemas,[23] y con los ingenieros estructurales Feigenspan y Pinnell en el proyecto final. Este esquema era una respuesta evocadora a las condiciones de carga estructural con una base amplia para resistir el momento de vuelco y se ensanchaba en la parte superior para soportar la carga de las cubiertas de observación. El diseño estructural de Candela presentaba un marco de concreto abocardado como una celosía articulada en la parte superior, un eje estriado y una base ensanchada. Mike Lance,[24] de la oficina de Ford, produjo una evocadora serie de estudios de elevación y sección del proyecto.

El proyecto evolucionó a un diseño más simple y fácil de construir que respondía a los sistemas de construcción de los Estados Unidos y a las extremas limitaciones de tiempo del proyecto, aunque el fuste estriado y la base ensanchada permanecieron en el proyecto final. Además, la presencia de Candela se puede sentir en una serie de paraguas de

[22] Los miembros del equipo de diseño de Ford Powell Carson para la Torre Hemisphere fueron: Milton Babbitt, AIA San Antonio, Texas; Mike Lance, arquitecto, San Antonio Texas; Boone Powell, FAIA, San Antonio, Texas, arquitecto del proyecto; Andy Pérez, AIA, San Antonio, Texas, documentación fotográfica durante la construcción.

[23] La fase de anteproyecto presentaba un expresivo diseño estructural de Candela. Verificado con el experto en Candela, doctor Juan Ignacio "Dino" del Cueto (FA-UNAM), en la inauguración de la exhibición "Candela´s Shells", Centro Cultural Mexicano de San Antonio, Texas, 29 de abril de 2016.

[24] Llamada telefónica del autor a Andy Pérez, AIA, San Antonio, Texas, 28 de abril de 2016.

Hemisfair Tower (Torre de las Américas), San Antonio, Texas, diseño final (izq.) y uno de los paraguas que rodea a la torre, 1966-1968. Ford Powell Carson; Feigenspan y Pinnell, ingenieros estructurales. Fotos: Juan Ignacio del Cueto, 2013.

concreto que rodean la torre y sirven para albergar los reflectores que iluminan la torre por la noche. El mirador y restaurante se construyeron a nivel del suelo y luego se elevaron por el fuste de la torre hasta la cima. La construcción se completó rápidamente en aproximadamente 18 meses, a tiempo para la apertura de la feria.[25]

El interés de Ford en la cultura arquitectónica de México continuó durante esta etapa de su carrera. En 1968, Ford asistió a la Conferencia Interamericana de Tecnología de Materiales, en México. El arquitecto de San Antonio, Andrew Pérez, quien trabajaba en la firma en 1969, confirmó que Ford viajaba a México aproximadamente dos veces al año y durante sus viajes a México conoció al notable arquitecto mexicano Luis Barragán.[26] Además, un interesante proyecto de estación fronteriza a construir en Laredo, Texas, en la frontera entre México y Estados Unidos (Ford Powell Carson, 1973) nunca se materializó.[27] Ford fue reconocido en México por su trabajo, al ser nombrado miembro de la Sociedad de Arquitectos Mexicanos en 1974, ocho años antes de que falleciera, en 1982.

Observaciones y conclusión

El interés de Ford en la cultura mexicana representaba no solo su rica colaboración con

[25] Véase el video tributo de Boone Powell a O'Neil Ford. <https://www.youtube.com/watch?v=S_UX0Kdfo6o>. Sitio web: <http://www.dentonhistory.net/page84/>.

[26] Entrevista telefónica con Andy Pérez, AIA, San Antonio, Texas, con el autor, 1 de mayo del 2016.

[27] Para la correspondencia sobre este proyecto no construido, véase O'Neil Ford Collection, Alexander Architectural Archives, University de Texas en Austin Libraries.

Félix Candela, sino también el aprendizaje activo que Ford tuvo a lo largo del tiempo.[28] Este aprendizaje se nutrió tanto de la experiencia directa de la cultura arquitectónica de México, durante sus viajes a través de muchas de las regiones del país, en términos de materiales, prácticas tectónicas y técnicas de construcción, así como de la lectura activa de textos relacionados con la arquitectura mexicana. La colaboración de Ford con Candela fue particularmente afortunada dados sus valores compartidos sobre la importancia de entender los principios estructurales fundamentales, que podrían emplearse en el diseño de bóvedas y cascarones complejos, en lugar de utilizar cálculos matemáticos complejos.[29] La comunicación entre las dos oficinas tampoco era un obstáculo significativo, ya que varios miembros de la oficina de Ford, a lo largo de los años, hablaban español, y ciertamente, Candela, al menos al final de su carrera, hablaba inglés con fluidez.[30]

Su colaboración también produjo un breve florecimiento en la utilización de cascarones de concreto armado y bóvedas en el suroeste estadounidense. La construcción de grandes espacios en esta región sería finalmente dominada por marcos de acero más rentables que respondían a la cultura de la construcción de Estados Unidos, en donde la mano de obra era relativamente cara y los materiales eran relativamente baratos. Por supuesto, el caso de México era completamente opuesto. El excedente de mano de obra en México creaba bajos salarios, mientras que los materiales en México eran relativamente caros. Esta diferencia básica en las prácticas de construcción da luz sobre las muchas diferencias que existen entre la cultura arquitectónica de México y los Estados Unidos, así como de la situación de México hoy en día.

Dicho esto, las colaboraciones de O'Neil Ford con Félix Candela merecen una atención mayor de parte la literatura arquitectónica mexicana, y la relación del arquitecto texano con México, a varios niveles, merece una investigación más profunda y una mayor audiencia en México y América Latina, ya que ofrece lecciones valiosas en cuanto a tradición e innovación, la respuesta del sitio, materialidad, artesanía, así como el potencial sin explotar de las colaboraciones transnacionales entre arquitectos, ingenieros y artesanos en los Estados Unidos y México.

[28] Me gustaría agradecer a las siguientes personas que me ayudaron con mi investigación para este ensayo: los exmiembros de la oficina de O'Neil Ford, en San Antonio, Texas, a quienes entrevisté, incluyen: Milton Babbitt, arquitecto, Mike Lance, arquitecto y Andy Pérez, FAIA. Los miembros actuales de Ford Powell Carson, en San Antonio, Texas, que me asistieron incluyen a Michael Guarino, exdirector, y Jennifer Black, coordinadora de marketing.

[29] Véase la conferencia de O'Neil Ford, en O'Rourke, Kathryn E. (ed.), *O Neil Ford on Architecture*, Austin, Texas, University of Texas Press, 2019, p. 94.

[30] El autor conoció personalmente a Félix Candela después de una conferencia que dio en Tucson, Arizona, alrededor de 1996, y habló con él en inglés.

Un diálogo sobre paraboloides hiperbólicos: Jack Christiansen y la influencia de Félix Candela[1]

Tyler Sprague

A principios o mediados de los cincuenta,
vi que un ingeniero-arquitecto llamado Félix Candela,
una persona muy notable,
realizaba algunos trabajos en la Ciudad de México...
Vi algunos de sus diseños, y dije, esto, esto es hermoso...
Jack Christiansen[2]

La notable carrera de Félix Candela (1910-1997) hizo eco en todo el mundo. A partir de principios de los años cincuenta, su trabajo fue ampliamente publicado en revistas internacionales, haciendo que sus cascarones de concreto armado, con forma de paraboloide hiperbólico, fueran accesibles a una gran audiencia de arquitectos e ingenieros de todo el mundo. Estas publicaciones demostraron un lenguaje geométrico para los cascarones que iba mucho más allá de los cascarones cilíndricos especificados en el Manual 31 de la ASCE, de 1952, la forma más común de cascarones en los Estados Unidos en ese momento. Cuando el ingeniero estructural estadounidense John V. "Jack" Christiansen (1927-2017) leyó por primera vez el trabajo de Candela, a principios de 1955, ya había mostrado un éxito significativo en la construcción de cascarones con bóvedas de cañón. A pesar de esta experiencia, Christiansen siguió rápidamente el ejemplo de Candela y adoptó la geometría del paraboloide hiperbólico para la mayoría de sus cascarones futuros.

Inspirado por la creación del espacio arquitectónico que Candela generó a través de estructuras laminares, Christiansen exploró el diseño de cascarones de concreto armado al conectarlo con sus propias prácticas en el noroeste del Pacífico estadounidense. Utilizó los métodos de diseño que Candela había establecido, a la vez que desarrollaba su propia estética y técnicas de análisis, extendiendo la escala de los cascarones de concreto armado más allá de lo que Candela había hecho. Visto en comparación, el trabajo de Félix Candela y Jack Christiansen proporciona una visión fascinante del intercambio global –práctico y teórico– que rodea a la construcción de cascarones.

Desde sus inicios como estudiante, Jack Christiansen estaba abierto al mundo. Al crecer en Chicago y los suburbios circundantes, tuvo una relación muy limitada con la edificación o la construcción en su juventud. Antes de inscribirse en la Universidad de Illinois, Champagne-

[1] Traducción del inglés: Alberto López Martínez, UNAM.
[2] Oral History Project, docomomo wewa, 2009. "John Christiansen", *Modern Talk: Northwest Mid-Century Architects Oral History Project* <http://www.docomomo-wewa.org/oral_histories_gallery.php>. Seattle, Washington, 2009.

Almacén del Distrito Escolar de Seattle, 1954. Foto: cortesía del Archivo de las Escuelas Públicas de Seattle, #601-19.

Urbana, un examen de colocación académica le sugirió la especialidad de "Ingeniería Arquitectónica". Al principio tenía muy poca comprensión de lo que implicaba la profesión, pero se dedicó a aprender todo lo que pudo.

Christiansen se introdujo por primera vez a la arquitectura de los cascarones de concreto armado a través de sus cursos de historia de la arquitectura moderna. Le cautivó el trabajo de los primeros ingenieros modernos, como Robert Maillart, Pier Luigi Nervi y Eduardo Torroja. Cada uno de estos diseñadores europeos demostró cómo las formas elegantes de la ingeniería estructural podían convertirse en su propio tipo de arquitectura. Los puentes mínimos y monolíticos de Maillart se convirtieron en formas construidas que contrastaban armónicamente con su entorno natural. El montaje de los hangares prefabricados de Nervi con ferrocemento impulsó los límites de la escala. Las tribunas y los mercados de Torroja mostraron la integración de la estructura y el espacio arquitectónico. Reconociendo las similitudes y diferencias dentro de su trabajo, Christiansen apreció la calidad material del concreto (como piedra artificial) y el uso mínimo de material que se empleaba en los cascarones. Este trabajo inspiró a Christiansen y lo introdujo en el intercambio global de la construcción moderna de cascarones.

A pesar de su entusiasmo por diseñar sus propios cascarones, Christiansen comprendió el alto nivel de conocimientos técnicos necesarios para diseñar ese tipo de estructuras. Sin embargo, en ese momento la Universidad de Illinois no ofrecía cursos de ingeniería sobre el diseño estructural de cascarones, dejando a Christiansen sin las herramientas prácticas necesarias para crearlos por su cuenta. No fue hasta que Christiansen dejó la escuela, se mudó a Seattle y comenzó a trabajar, que encontró la dirección técnica que necesitaba. El Manual 31 de la ASCE, de 1952, *Diseño de Cascarones Cilíndricos de Concreto*, proporcionó una dirección clara para el diseño estructural de un único tipo de geometría: el cascarón

cilíndrico o de bóveda de cañón.[3] Escrito principalmente por el ingeniero Al Parme, el manual se basaba en las técnicas de análisis establecidas en Alemania, antes de la Segunda Guerra Mundial, y simplificó esas técnicas en métodos útiles de diseño basados en tablas.

Con la guía en mano, Christiansen comenzó su primera etapa en el diseño de cascarones. El cascarón cilíndrico ofrecía una geometría simple (una sola curvatura y radio constante) pero cuando se combinaba con costillas de refuerzo y vigas de borde, la geometría podía adoptar múltiples configuraciones. Al cambiar las proporciones de la forma de la bóveda de cañón, las estructuras del cascarón podían llegar a ser más como arcos o más como vigas. Reconociendo este potencial, Christiansen comenzó a diseñar estructuras de cascarón cilíndricas, como el Almacén del Distrito Escolar de Seattle, de 1954. Para 1955, Jack Christiansen había establecido un exitoso procedimiento de diseño y construcción de bóvedas de cañón y había completado más de 20 proyectos de cascarones.

Sin embargo, Christiansen buscaba continuamente geometrías nuevas para los cascarones. A principios de 1955, descubrió un artículo en el *ACI Journal*, escrito por Félix Candela, que describía los beneficios de una geometría diferente para los cascarones: el paraboloide hiperbólico.[4] Christiansen había leído otros artículos que elogiaban las virtudes de la geometría parabólico-hiperbólica pero ninguno

Paraguas de la Pioneer Middle School, 1955. Foto: cortesía del Archivo Jack Christiansen.

proporcionaba suficientes detalles específicos de ingeniería para que él los utilizara.[5] El artículo empezaba con una proclamación general de parte de Candela: "Las superficies parabólico-hiperbólicas son extremadamente interesantes desde el punto de vista estructural y constructivo". Tras esto, incluía apartados sobre "Definición de la superficie" y "Análisis de tensión" para la superficie parabólico-hiperbólica básica: un "paralelogramo alabeado". Candela también proporcionó ejemplos de diversas formas estructurales que podían obtenerse a partir de diferentes orientaciones y combinaciones de la forma básica. A través de estos detalles técnicos, Christiansen comenzó a entender cómo podía analizar y diseñar estructuras laminares utilizando la geometría del paraboloide hiperbólico (o *hypar*, abreviatura del inglés *hyperbolic paraboloid*).

El artículo también proporcionaba un apartado titulado "Ejemplos de Construcción". Esta incluía imágenes claras de los proyectos de

[3] American Society of Civil Engineers. Committee on Masonry Reinforced Concrete. Subcommittee on Thin Shell Design. "Design of Cylindrical Concrete Shell Roofs", *ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice*; núm. 31. Nueva York, Society, 1952.

[4] Candela, Felix "Structural Applications of Hyperbolic Paraboloidical Shells", *ACI Journal*, ene. 1955, title núm. 51-20, vol. 26, núm. 5; pp. 397. Candela había presentado este trabajo en la 50ª Convención Anual de la ACI, en Denver, Colorado, el 24 de febrero de 1954.

[5] La obra de Candela se estaba dando a conocer ampliamente en los Estados Unidos, tras su participación en una conferencia en el MIT, en 1954, y la publicación de su trabajo "Shell Concrete Today", *Architectural Forum*, agosto 1954, pp. 157-168.

Candela. Esta sección contenía la dramática imagen de 25 trabajadores parados sobre un gran paraguas, junto con los detalles de su diseño. Era un paraguas parabólico-hiperbólico de 64 m² (cerca de 690 ft²) y 8 cm de espesor (3.25 in) con un peralte total de 70 cm (2 ft y 4 in). El artículo también describía otros paraguas de 100 m² (1 076 ft²), 4 cm de espesor (1.5 in) y un peralte de 90 cm (3 ft). El artículo mostraba los cascarones en forma de paraguas, utilizados en los Laboratorios Farmacéuticos Ciba (1953), la fábrica textil Parisina (1953) y la planta de Muebles Frey (1954). La especificidad de cada cascarón, junto con el rango de sus proporciones y usos, le dio a Christiansen el detalle que necesitaba para comenzar a construir cascarones por sí mismo.

El artículo influyó significativamente en el trabajo de Christiansen, ya que lo describió como una de las "cosas más bellas" que había visto. Tal y como había hecho con sus anteriores influencias provenientes de Maillart, Nervi y Torroja, Christiansen comenzó a buscar inspiración en Candela para integrar el paraboloide hiperbólico en su propia obra. Christiansen experimentó por primera vez con su nueva geometría en el proyecto para una escuela secundaria de Wenatchee, Washington: la Pioneer Middle School. En documentos con fecha del 21 de octubre de 1955, se relata que Christiansen usó cascarones cilíndricos para cubrir la mayoría de los espacios de las aulas y el gimnasio de gran envergadura, pero usó paraguas simples con forma de *hypars* (con ensamblajes de cuatro paneles alabeados) para cubrir los pasillos entre los edificios. Estos paraguas medían 19 ft por lado (casi 6 m) por lo que la superficie que cubrían (361 ft², menos de 36 m²) era significativamente menor que el ejemplo de Candela, y tenían una losa de 1.5 in de espesor (4 cm) y peralte de 2.5 ft (76 cm) entre el centro de cada columna y el borde del perímetro. Alineados a lo largo de su borde, estos paraguas se manejaron principalmente como elementos independientes, pero en algunos casos se utilizaron medios paraguas (dos segmentos de un cascarón) como voladizos amarrados a las paredes perimetrales que trabajaban como elementos en cantiliver. Esta creatividad simple demuestra que Christiansen no estaba interesado solo en imitar el trabajo de Candela, sino en crear un enfoque propio y único en la construcción de cascarones.

El trabajo de Candela continuó publicándose ampliamente en los Estados Unidos. Christiansen recopiló artículos sobre –o escritos por– Candela, en revistas como *Architectural Forum, Arts and Architecture* y otras publicaciones entre 1955 y 1957.[6] Estos artículos no solo mostraban el buen manejo de la forma del paraguas, sino también otros usos espaciales mucho más radicales del paraboloide hiperbólico, como la Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa (1953-1955). Aquí, Candela dio forma a la experiencia interior, en donde una secuencia lineal de superficies alabeadas de cascarón alcanzaba su máxima expresividad para crear una nave central abovedada que se transformaba por debajo en columnas de fuste alabeado, con naves laterales de altura inferior a cada lado.

Durante este tiempo, Candela también construyó más proyectos con cascarones definidos no solo por el "paralelogramo alabeado" (definido en el artículo de la revista *ACI* de 1955), sino por la otra definición de paraboloide hiperbólico: la superficie tipo "silla de montar" (*sadle shape* en inglés). Mientras que matemáticamente se define la misma superficie, esta concepción del paraboloide hiperbólico puede definirse con dos parábolas de

[6] Candela, Felix, "The Shell as Space Encloser", *Arts and Architecture*, vol. 72, núm. 1., ene. 1955; "A New Way to Span Space", *Architectural Forum*, vol. 103, núm. 5, ene. 1955.

curvatura inversa, desplazadas a lo largo del arco de cada una. El procedimiento de análisis del comportamiento de la membrana aún se mantiene. Sin embargo, con esta concepción, Candela produjo estructuras de cascarón de concreto significativamente diferentes. Sus cascarones ya no eran ensamblajes lineales de paraguas alabeados, sino ensamblajes radiales con varias superficies de silla de montar reunidas alrededor de un punto central. Tanto la Bolsa de Valores (1955) como la Iglesia de San Antonio de las Huertas (1956) se asemejan a una bóveda por arista (*groin vault*, en inglés) con cuatro segmentos de cascarón de paraboloide hiperbólico que se unen a lo largo de intersecciones definidas para crear la forma final.

A través de estos artículos, Christiansen comenzó a ver cómo la geometría alabeada en una configuración radial podía ser utilizada para una gran variedad de configuraciones de edificios, y estaba ansioso por ponerla en práctica. En 1957, Christiansen trabajó con los arquitectos Fred Bassetti y John Morse para diseñar una sala multiusos para la Escuela Secundaria de Mercer Island. Interesados en un edificio centralizado (más que en un espacio lineal), el equipo de diseño desarrolló una compleja estructura de cascarón radial. Esta tenía una complejidad geométrica que rivalizaba con cualquier cosa que Christiansen hiciera más tarde en su carrera. La estructura básica consistía en siete segmentos de cascarón idénticos que estaban dispuestos alrededor de un punto central. Cada segmento tenía su propio soporte. La estructura libraba un claro de aproximadamente 140 ft (casi 43 m). Cada segmento se deformaba entre cuatro costillas verticales que trazaban las líneas primarias de compresión y se extendían ligeramente más allá de cada abertura. Además, aproximadamente a la mitad de cada segmento, la geometría del cascarón cambiaba de una pendiente más pronunciada cerca de los bordes a una pendiente menos profunda cerca del punto más alto. Este punto era de 32 ft (9.75 m) sobre el nivel del suelo. Estas dos geometrías se alineaban a lo largo de un arco parabólico compartido.

Sala multiusos, Escuela Secundaria de Mercer Island, 1957. Foto: cortesía del Archivo Jack Christiansen.

La complejidad geométrica que Christiansen mostró en este proyecto indica su entusiasmo por trabajar con esta nueva geometría. Los siete segmentos permitieron muchas divisiones diferentes para el espacio interior (para salas de profesores, almacenamiento, auditorio, baños, etc.) alrededor de una sala multiusos centralizada, así como dos aperturas primarias.

Curiosamente, la sala multiusos de Mercer Island parece haber sido diseñada al mismo tiempo que el restaurante insignia de Candela: Los Manantiales, en Xochimilco, Ciudad de México, el famoso restaurante a orillas del canal, caracterizado por su elegante cascarón radial de ocho segmentos de *hypar* de borde libre. No se sabe si Christiansen vió alguna documentación temprana de Los Manantiales, pero las principales publicaciones del momento mostraron el edificio hasta 1959.[7]

[7] "Recent Work of Felix Candela", *Progressive Architecture*, vol. 40, feb. 1959, pp. 132-141.

Auditorio de la escuela secundaria Ingraham, 1957. Foto: cortesía del archivo Jack Christiansen.

Al comparar las dos estructuras (de claros similares) muestran una similitud de pensamiento entre Candela y Christiansen, pero también marcadas diferencias. Los ocho segmentos de Candela ofrecen claras líneas de simetría a lo largo de la bóveda, mientras que los siete segmentos de Christiansen crean más alineaciones inesperadas de espacios y soportes. Es probable que tal decisión sea más arquitectónica que estructural, revelando las sutiles diferencias en el pensamiento moderno entre la Ciudad de México y Seattle. La geometría de los paneles de las dos estructuras también es diferente. En Los Manantiales, de Candela, las uniones entre cada uno de los segmentos se alinean con un punto bajo y un soporte de cimentación correspondiente. En la sala multiusos de Mercer Island, las juntas entre cada uno de los segmentos se alinean con un punto alto sobre una apertura perimetral, con lo que los cimientos se producen en el punto medio de cada segmento.

Además, la decisión de Christiansen de unir dos paneles alabeados diferentes a lo largo de una parábola compartida dentro del mismo segmento parece no tener precedentes. La cuidadosa alineación de las dos geometrías requirió de un cálculo específico para asegurarse de que el cascarón no se "torciera" en ese lugar y una intensa comunicación con el equipo de construcción. De esta manera, Christiansen demostró ser particularmente eficaz para el dibujo de la cimbra o encofrado exacto, requerido para lograr esta geometría. Esto lo hizo sin requerir nada más que simples medidas (para la disposición) y el mismo espaciado entre las duelas rectas que conformaban la cimbra. Además, Christiansen nunca

Paraguas de Shell Forms Inc., CA. 1964. Foto: cortesía del Archivo Jack Christiansen.

siguió el movimiento de Candela hacia el "borde libre" y articuló las líneas primarias de la estructura con una costilla más gruesa. Esto le da al edificio de Christiansen "crestas" más definidas y proyecta sombras más oscuras a través de la superficie del cascarón.

El resultado de todas estas diferencias geométricas y estructurales se revela en el aspecto general de la estructura del cascarón. Los Manantiales tiene una cierta extravagancia en su borde suave y ondulado, que casi imita el vestido de una bailarina. Los bordes superiores de las ocho aberturas se elevan significativamente por encima de los 19 ft (5.80 m) del punto central, extendiendo el espacio interior hacia los canales circundantes. El edificio de Christiansen es más dentado, con crestas que lo hacen parecerse a la cima de una montaña, como las que rodean a la región de Seattle. El punto central de la estructura se eleva significativamente (32 ft / 9.75 m) sobre la altura de cada abertura (19 ft / 5.80 m), haciendo que el edificio se sienta mucho más masivo, a la vez que cambia el enfoque del espacio hacia el interior. Es probable que Christiansen y los arquitectos sintieran que este edificio enfocado internamente era más apropiado para una sala multiusos de una escuela secundaria. Esta comparación muestra cómo, incluso dentro de una geometría de cascarón compartida y aparentemente prescriptiva (disposición radial de segmentos de cascarón alabeados), Candela y Christiansen demostraron dos estéticas de diseño claramente diferentes, las cuales estaban profundamente conectadas a su ubicación y a las personalidades individuales de sus creadores.

Christiansen continuó diseñando con este enfoque. En 1958, al trabajar con los arquitectos Naramore, Bain, Brady and Johanson, Christiansen diseñó un auditorio para la escuela secundaria Ingraham, en el norte de Seattle. La estructura libraba 160 ft (más de 48 m) entre soportes, pero en lugar de usar siete segmentos, utilizó solo tres. Compositivamente, Christiansen alineó las juntas entre los paneles con el punto más bajo de los cimientos (como había hecho Candela). También mantuvo el trazado de las costillas verticales a lo largo de las líneas de compresión, aunque aún así permitió que el cascarón continuara más allá. En lugar de redondear los bordes del cascarón, como lo hizo Candela, Christiansen terminó en punta cada uno de los tres bordes en su parte superior.

Con este diseño, Christiansen se adhirió al enfoque común que compartía con Candela y divergía aún más de su propia estética de diseño. La estructura tiene la apariencia de un gran pájaro o avión preparándose para despegar, con alas anchas y amplias. Antes de su cierre, la estructura parece flotar sobre el espacio que cubre.

Ambos proyectos precedieron al artículo de Candela "Understanding the Hyperbolic Paraboloid", publicado en dos partes en 1958, en *Architectural Record*.[8] Para entonces, Chris-

[8] "Understanding the Hyperbolic Paraboloid", *Architectural Record*, vol 123, núm. 7, jul. 1958; "Understanding the Hyperbolic Paraboloid. Part 2 Stress Analysis for Any Hyperbolic Paraboloid", *Architectural Record*, vol 124, núm. 2, ago. 1958.

Almacén con paraguas parabólico-hiperbólicos, 1968. Foto: cortesía del Archivo Jack Christiansen.

Hangar de aviones en el Boeing Field, 1962. Foto: cortesía del archivo de Jack Christiansen.

tiansen ya se sentía cómodo con la geometría alabeada tanto en su diseño estructural como en sus implicaciones arquitectónicas. Christiansen no había olvidado sus primeros cascarones en forma de paraguas, ni la eficiencia de la forma independiente. Sabía que Candela había encontrado un gran éxito con su propia empresa constructora, Cubiertas Ala. Con esta disposición fue capaz de controlar el diseño, encofrado y colado de los paraguas para lograr una gran eficiencia tanto en costo como en material. Sin embargo, Christiansen también sabía que el mercado laboral y de materiales del noroeste del Pacífico estadounidense era significativamente diferente al de México. Si quería lograr eficiencias similares, Christiansen tendría que hacer las cosas de forma distinta a Candela.

En 1958, Christiansen conoció a su futuro socio, Maury Proctor. Proctor era dueño de un taller de fabricación de metal, en Bellevue, Washington, y había empezado a hacer encofrados reutilizables para cimientos y paredes residenciales. Christiansen convenció a Proctor de que empezara a hacer formas modulares y reutilizables para cascarones parabólico-hiperbólicos, y así nació la Shell Form Inc. Cada forma constaba de un marco de acero, cubierto de madera contrachapada y recubierto de fibra de vidrio para crear una superficie de colado duradera.

El paraguas de cuatro paneles se dividió en dos piezas que encajaban en la parte trasera de una camioneta. Cada pieza podía ser colocada en un andamio de metal rodante, el cual se transportaba fácilmente y se alzaba por medio de elevadores hidráulicos. Después de colocar los refuerzos, el cascarón podía colarse con concreto utilizando una cubeta desde arriba. Los moldes podían desarmarse en menos de tres días, requiriendo una cantidad mínima de trabajo (menos de tres personas). Tras dominar los cálculos necesarios, Christiansen creó dos tamaños diferentes de paraguas: unos de 36 ft por lado (11 m), es decir 1296 ft^2 (un poco más de 120 m^2), y otros de 30 ft (poco más de 9 m), lo que equivale a una superficie cubierta de 900 ft^2 (casi 84 m^2), que utilizaba para ajustarse a las dimensiones de diferentes tipos de edificios. Esta geometría destinada a los cascarones en forma de paraguas estaba en la misma escala que la geometría de Candela.

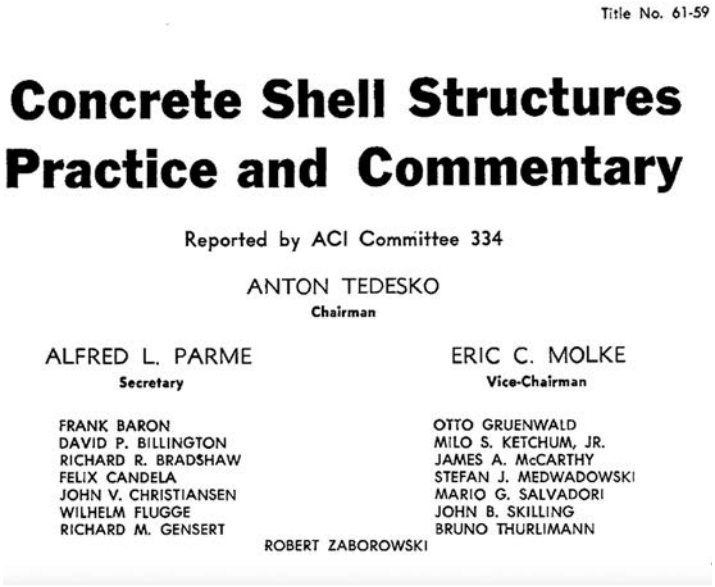
Christiansen y Proctor trabajaron juntos para expandir enormemente el uso de paraguas paraboloides hiperbólicos en el noroeste del Pacífico estadounidense. Ya conectado a una red de clientes arquitectónicos, Christiansen diseñaría un edificio con paraguas y proporcionaría los

Kingdome de Seattle, 1973. Foto: cortesía de los Archivos municipales de King County.

cálculos de ingeniería. Luego, Proctor suministraría el encofrado a un costo menor que el que cualquiera podría ofrecer y colaría el concreto. Diseñaron casas club (Mercer Island Beach Club, 1966), almacenes (como el almacén de papas, en Moses Lake, Washington, 1966), escuelas primarias (Burlington Elementary, 1961) y muchos otros tipos de edificios. Con esto, llegaron a cubrir más de 1 000 000 ft² (más de 90 000 m²) de espacio, hasta la década de los ochenta.

Mientras la carrera de Christiansen en el mundo de los cascarones continuaba en los años sesenta y setenta, siempre reconoció la inspiración que había tenido de Candela. Al mismo tiempo, llevó la forma paraboloide hiperbólica en direcciones que Candela nunca exploró, tanto estética como dimensionalmente. Su sensibilidad moderna y racionalizada surgió de su contacto con la cultura del noroeste del Pacífico estadounidense y de los arquitectos con los que colaboró. De esta manera, sus cascarones son un producto único de la región de Seattle. También extendió la envergadura de los cascarones de concreto mucho más allá de las medidas de Candela. En 1962, Christiansen diseñó un hangar de aviones, en el Boeing Field, con bóvedas tipo "silla de montar", para librar un claro de 280 ft (85 m), con tan solo 3 in de espesor de concreto (7.5 cm).

En los años setenta, con la ayuda del software de análisis de elementos finitos, Christiansen diseñó la cúpula de concreto más grande del mundo: el Seattle Kingdome. De planta circular, el Kingdome utilizó 40 segmentos en forma de cuña y de geometría parabólico-hi-



Title No. 61-59

Concrete Shell Structures Practice and Commentary

Reported by ACI Committee 334

ANTON TEDESKO
Chairman

ALFRED L. PARME
Secretary

ERIC C. MOLKE
Vice-Chairman

FRANK BARON
DAVID P. BILLINGTON
RICHARD R. BRADSHAW
FELIX CANDELA
JOHN V. CHRISTIANSEN
WILHELM FLUGGE
RICHARD M. GENSERT
OTTO GRUENWALD
MILO S. KETCHUM, JR.
JAMES A. McCARTHY
STEFAN J. MEDWADOWSKI
MARIO G. SALVADORI
JOHN B. SKILLING
BRUNO THURLIMANN
ROBERT ZABOROWSKI

Comité ACI 334, 1964, en el que, además de Christiansen y Candela, participaron otros especialistas en cascarones de concreto, quienes tuvieron relación cercana con Candela, como David Billington y Mario Salvadori.

perbólica para cubrir un diámetro de 660 ft (poco más de 200 m).

A pesar de la conexión entre sus respectivos trabajos, Jack Christiansen y Félix Candela nunca desarrollaron una relación personal. En 1964, ambos trabajaron en el Comité ACI 334-Estructuras de cascarón de concreto, aunque tuvieron poca interacción entre ellos. Esto pudo deberse a sus opiniones diferentes respecto al futuro de los cascarones de concreto en los Estados Unidos. Christiansen recordó que Candela declaró que la cultura de construcción estadounidense nunca adoptaría completamente los cascarones, debido a la necesidad de hacer formas reutilizables y a la precisión con la que se debía verter el concreto. Christiansen tenía una opinión diferente y demostró su propio éxito en el noroeste del Pacífico estadounidense. En 1988, Christiansen editó una publicación del Comité ACI 334, titulada *Hyperbolic Paraboloid Shells: State of the Art*, como parte de su esfuerzo por continuar promoviendo la construcción de cascarones en los Estados Unidos.[9] A pesar de los constantes esfuerzos de Christiansen, muy pocos constructores utilizaron los cascarones de concreto tanto como él.

Sin embargo, una comparación entre la obra de Félix Candela y Jack Christiansen proporciona una visión del diálogo global en torno a la construcción de cascarones de concreto a mediados del siglo XX. Al trabajar en diferentes partes del mundo, Candela y Christiansen tuvieron que manejar diferentes circunstancias con respecto al costo de la mano de obra, los costos de los materiales, el estilo arquitectónico y otras características regionales. Sin embargo, su trabajo comparte una identidad central en la conformación del espacio arquitectónico con estructuras laminares de concreto armado. La lógica de su diseño y construcción es fundamentalmente la misma, basada en la simplicidad, la eficiencia y la ligereza. Tanto Candela como Christiansen lograron esto a través de una mentalidad similar, que combinaba la del constructor, el arquitecto y el ingeniero. Desde sus primeros paraguas hasta sus icónicas bóvedas espaciales, el trabajo de estos dos grandes maestros de la construcción es un testamento del poder de la creatividad en el diseño estructural y el fenómeno verdaderamente global de los cascarones de concreto armado.

[9] Christiansen, Jack y ACI-ASCE Committee 334, *Hyperbolic Paraboloid Shells: State of the Art*, Publication SP, 110, Detroit, American Concrete Institute, 1988.

Mauricio Castillo Contoux y Cubiertas Ala de Guatemala

Sandra Castillo Gallusser
Germán Antonio Meléndez Fuentes
Víctor Daniel Pozuelos Polanco

Introducción

Para el centenario del nacimiento de Félix Candela, en el año 2010, el doctor Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, de la UNAM, contactó a la familia de Mauricio Castillo Contoux para conocer si se contaba con información sobre sus obras de estructuras laminares en Guatemala. La familia desconocía la magnitud de la obra. Mauricio había muerto trágicamente en un accidente en 1972, así que se acudió a Pierre Castillo, su socio y hermano, quien nos proporcionó el archivo de fotografías, documentos y correspondencia de Félix Candela con Castillo Contoux. Se sumó a este acervo el material gráfico que había guardado su esposa, Gladys Gallusser de Castillo. Ese año, en la muestra *Félix Candela, 1910-2010*, presentada en España, México y Estados Unidos, se incluyó la participación de Cubiertas Ala de Guatemala.

En los años comprendidos entre 1957 y 1969, la empresa Cubiertas Ala de Guatemala, dirigida por el ingeniero Castillo Contoux, contó con la consultoría de Cubiertas Ala de México, la compañía constructora de Félix Candela, y llevó a cabo el diseño, planificación y construcción de más de cuarenta proyectos de estructuras laminares que en el presente se aprecian en Guatemala y otros países de Centroamérica. Actualmente se siguen haciendo esfuerzos para documentar el legado de Mauricio Castillo Contoux y garantizar su conservación y divulgación.

En este documento se presenta una selección de dicha obra, el perfil del ingeniero guatemalteco, su relación con Félix Candela, y el contexto histórico que dio cabida al surgimiento de los cascarones de concreto armado en Guatemala, estructuras que trascendieron las soluciones tradicionales de la época.

El ingeniero Mauricio Castillo Contoux

Mauricio Castillo Contoux nació en Guatemala, el 21 de marzo de 1929, en el seno de una familia de artistas donde se vivía cotidianamente la creatividad y se experimentaba un ambiente de apertura y de búsqueda. Más tarde, esta influencia, aunada a su personalidad polifacética, lo harían destacar en diferentes áreas como la ingeniería, la educación y la economía.

> Su mente inquieta y el estudio continuo lo llevaron a tener un concepto muy claro de la forma en que funcionan las estructuras, la "filosofía" de las mismas, o usando la expresión del gran ingeniero español Eduardo Torroja "la razón y ser de los tipos estructurales". Lo anterior, unido a su espíritu innovador lo condujeron a ser el primero en introducir en nuestro medio el concreto preesforzado y los "cascarones" de concreto.[1]

En 1953, Castillo Contoux se graduó de Ingeniero Civil, en la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Ese mismo año viajó a Francia con una beca otorgada por el gobierno francés a la prestigiosa Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, para especializarse en estructuras y concreto pretensado. Fundada en 1747, la Ecole es la escuela de ingeniería más antigua del mundo y se le atribuye que, de su cuerpo académico, surgió la invención del concreto pretensado.

A su retorno de Francia, Mauricio trabajó como ingeniero calculista en la Sección de Puentes de la dirección General de Caminos en el Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Guatemala, participando en la construcción de la Ruta al Atlántico. Inaugurada en 1959, sigue siendo la única carretera entre la capital y el Puerto Santo Tomás de Castilla.

Junto a dos de sus hermanos ingenieros, Pierre y Roland, establecieron la oficina privada Castillo Contoux, Ingenieros. Creada para el diseño, supervisión y construcción, la firma participó en proyectos de varios organismos estatales como el Banco de Guatemala (cálculo y supervisión), Municipalidad de la Ciudad de Guatemala, Instituto de Fomento Municipal y otros proyectos privados. En 1959, Mauricio traería a Guatemala los primeros gatos, cables y accesorios para el pretensado del concreto por el sistema Freyssinet y se encargó del diseño estructural y la supervisión de la construcción de El Trébol, el primer puente pretensado de Guatemala.

Su interés en el campo de las estructuras lo llevó a proseguir estudios avanzados en la National Science Foundation y Oklahoma State University (1967). También fue pionero y propulsor de la preparación e implantación de una norma de diseño asísmico en Guatemala, tema que saldrá recurrentemente en su correspondencia con Félix Candela.

En el campo de la educación, impartió los cursos de Estabilidad IV, Puentes de Concreto y Concreto Preesforzado, y –con cortas interrupciones– prestó sus servicios a la Facultad de Ingeniería en diversos cargos y funciones, llegando a ser el decano más joven de la Facultad (1970) y el presidente más joven del Colegio de Ingenieros de Guatemala (1955-56). En sus últimos años, aparte de la Academia, su inquietud empezó a moverse en otras direcciones, ya no solo nacionales sino también regionales. Sus esfuerzos se volcaron a la temática del crecimiento de la población y sus retos de desarrollo, y se especializó en proyectos en el Instituto de Desarrollo Económico, del Banco Mundial (1967). En su calidad de experto en proyectos de la Misión Conjunta de Programación para Centroamérica, de 1965 a 1969, actuó como asesor de los países centroamericanos en la preparación de los planes de desarrollo.

Maurcio Castillo Contoux, seguidor de la estela de Candela e introductor de los cascarones en Guatemala, falleció el 21 de mayo de 1972, a la edad de 43 años.

[1] Joaquín Lottmann, "Mauricio Castillo como profesional de Ingeniería", *Mauricio Castillo Contoux*, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala, 1972, pp. 7-9.

Guatemala, décadas de 1950 y 1960

En la década de 1950 Guatemala –capital del país– era una ciudad pequeña con economía básicamente agrícola. El Estado era el promotor del desarrollo ya que se contaba con un presupuesto estatal fuerte en inversión y pocos gastos de funcionamiento.

El movimiento moderno guatemalteco surgió en aquella época, cuando un grupo de arquitectos trajo al país sus conocimientos y experiencias. Roberto Aycinena y Carlos Haeussler (UNAM), Jorge Montes (Auburn), Raúl Minondo, (Harvard), Pelayo Llarena (University of Illinois) y Max Holzheu (ETH Zurich), traerían a Guatemala las nuevas tendencias. Los tres primeros fundarían la primera Facultad de Arquitectura en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en 1958. Para entonces, ya se habían construido importantes edificios privados y públicos a nivel nacional con una fuerte presencia del nuevo movimiento que seguiría en expansión hasta los años setenta. La integración de la plástica y la búsqueda de nuevas formas en esos años, llevó a la creación de equipos multidisciplinarios conformados por artistas de la plástica, ingenieros y arquitectos que desarrollaron obras innovadoras y particulares de la época. Dentro de esta tendencia, Cubiertas Ala de Guatemala participó en la ejecución de varios proyectos de estructuras laminares, de los cuales la mayoría se encuentran actualmente en funcionamiento.

Cubiertas Ala de Guatemala

En 1949, Félix Candela fundó en México la empresa Cubiertas Ala, S.A. Combinando la arquitectura con la ingeniería, brindó soluciones innovadoras a una enorme variedad de proyectos que cubrieron un amplio espectro de países. Como decía el propio Candela: "el diseño estructural tiene más de arte que de ciencia".[2] Ocho años después, en 1957, se asocia con la firma de ingenieros Castillo Contoux y nace la empresa Cubiertas Ala de Guatemala con el fin de introducir los cascarones de concreto en Centroamérica. Posteriormente se firmarían convenios con contratistas en El Salvador, Honduras y Nicaragua, actuando Mauricio Castillo Contoux como representante de Candela.

> Mención aparte merece la experiencia guatemalteca de Candela. En 1957 el ingeniero Mauricio Castillo Contoux le ofreció asociarse para abrir una filial de Cubiertas Ala en Guatemala. Mauricio y su hermano Pierre fueron la punta de lanza del desarrollo de los cascarones de concreto armado en Centroamérica, y desde la empresa diseñaron y construyeron un buen número de obras propias o de arquitectos como Carlos Haeussler, Jorge Montes y Ernesto Rosales, manteniendo siempre una estrecha comunicación con la empresa matriz donde se desarrollaron y calcularon algunos de estos proyectos.[3]

En 1969 Félix Candela comisiona a Mauricio Castillo para escribir sobre América Latina en el Coloquio Internacional "Progreso de las Estructuras Laminares en los últimos diez años y su desarrollo futuro", llevado a cabo en Madrid y publicado por la International Association for Shell and Spatial Structures (IASS). Este documento permite conocer, de primera mano, las ideas y percepciones de Mauricio Castillo en cuanto a la experiencia latinoamericana; refleja también la gran admiración que sentía hacia Candela y su obra:

[2] Juan Ignacio del Cueto, "Bóvedas por arista", en *Cascarones de Candela*, México, UNAM, 2016, pp. 28.
[3] *Ibidem.*

> Las conclusiones que se presentan son intentos de generalización más o menos aplicables en la América Latina. Pero debe tenerse presente la advertencia de que dicha generalización no es válida para México ni el arquitecto Candela, quien constituye un caso especial de pensamiento de avanzada y de innovaciones constantes.[4]

Candela y Castillo Contoux compartieron una amistad a través del intercambio de ideas y experiencias que quedó plasmada en una sistemática correspondencia que conserva la familia Castillo.

> Las construcciones de Félix Candela se basaban en tres premisas: economía, sencillez en el cálculo y flexibilidad. Y para cumplirlas trabajaba con una forma geométrica, el paraboloide hiperbólico, que por sus características estructurales –transmite casi exclusivamente esfuerzos a compresión– permite levantar estructuras laminares resistentes por forma con un espesor mínimo, que por lo general era de cuatro centímetros.[5]

En la América Latina, las estructuras laminares se han usado principalmente en proyectos cuyo aspecto exterior e interior busca identificar una función dada o bien una expresión arquitectónica y plástica muy definida, tal como el caso de los templos religiosos y las salas deportivas. Se han usado también en proyectos cuya expresión arquitectónica se ha dirigido a simbolizar progreso, tanto en el aspecto arquitectónico como en el estructural, lo que ha significado un avance al hacerse estudios del proyecto con análisis matemáticos más profundos o con modelos, exhibiendo audacia imaginativa y dejando a un lado las soluciones tradicionales del poste y el dintel.[6]

> En los años comprendidos entre 1957 y 1969, Cubiertas Ala de Guatemala ejecutó más de 40 proyectos de estructuras laminares en Centroamérica, entre los que se cuentan templos religiosos, bancos, fábricas, gasolineras, mercados, residencias, un auditorio, una concha acústica, un autocine y otros. A continuación se describen algunas de las obras.

Edificios para usos diversos

Auditorio de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos

Como resultado de los cambios políticos y culturales heredados de la Revolución de Guatemala de 1944, la Universidad de San Carlos (USAC) se consolidó gracias a la autonomía que le garantizó el Estado. La USAC contaba con una Facultad de Ingeniería desde 1930 y una escuela técnica para obreros de la construcción desde 1951. La edificación del campus coincidió con la moderna planificación urbana que se realizaba en esa época. Los primeros edificios de la Ciudad Universitaria se construyeron en 1950.

Entre 1954 y 1958 se construyó la Facultad de Ingeniería, cuyo diseño arquitectónico fue elaborado por Manlio Ballerini. Su construcción estuvo a cargo del ingeniero Max Paetau. El diseño de su auditorio, completado en 1957,

[4] William Ronald Stewart Moncrieff, "La influencia de Félix Candela en Guatemala. La poética del hacer, entre cuerpo, espacio y material, Costa Rica, *DOMUS*, 2011, pp. 76-79.
[5] Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, "Experimentación y sobriedad", en *Cascarones de Candela*, México, 2016, pp. 17.
[6] Mauricio Castillo Contoux, "General Report. Session V. Central and South America, Mexico", *Coloquio internacional sobre Progreso de las Estructuras Laminares en los últimos diez años y su desarrollo futuro. Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures*, Madrid, España, núm. 48, 1969, pp. 43-49.

Auditorio de la Facultad de Ingeniería en construcción, Universidad de San Carlos (USAC), Guatemala, 1957. Fotos: Archivo Castillo Gallusser.

se encargó a Mauricio Castillo Contoux y fue el primer paraguas construido en Centroamérica por Cubiertas Ala de Guatemala, con la asesoría de Félix Candela. Está conformado por diez paraguas que van ascendiendo para generar la isóptica que un auditorio necesita. Los apoyos están distribuidos de tal modo que la cubierta queda en voladizo hacia el centro, a manera de ampliar el espacio.

Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

A inicios de la década de 1950 se formuló el proyecto del Centro Cívico, como un espacio de confluencia entre Estado y ciudadano, unido a la visión de dotar a la ciudad de tres centros importantes: el deportivo, con la Ciudad Olímpica (inaugurada en 1950); el cívico, con los edificios del estado; y el cultural, con la proyección del Centro Cultural de Guatemala. Es así que varios factores urbanísticos favorecieron su desarrollo, aunado a una sociedad ávida de nuevas ideas y a un grupo de profesionales interesados por incorporar las nuevas tendencias.

Paraguas en la azotea del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Ciudad de Guatemala, 1959. Foto: Archivo Castillo Galluser.

El edificio del IGSS, construido entre 1957 y 1959, forma parte del Centro Cívico y fue diseñado por los arquitectos Roberto Aycinena y Jorge Montes. Su condición tripartita diferencia claramente la base, el medio y el remate del edificio. En su base se exhiben murales de los artistas Carlos Mérida y Roberto González Goyri. Buscando nuevas formas de expresión, sin utilizar la losa plana del racionalismo, la terraza de este edificio lo conforma una secuencia de paraguas diseñados por Castillo Contoux.

Concha acústica y Restaurante del Parque de la Industria

Inaugurado en 1961, a pocas cuadras de la Avenida de la Reforma, de la ciudad de Guatemala, el Parque de la Industria fue creado para fomentar la industria y el comercio. En esa época se inició la integración centroamericana, favoreciendo inversiones extranjeras que generarían un florecimiento comercial. El complejo, impulsado por el gobierno de turno, consistía en más de diez manzanas con servicios y edificios administrativos, restaurante, concha acústica y salones para exposiciones. La concha acústica

Concha acústica, Parque de la Industria, Ciudad de Guatemala, 1960. Cimbra durante su construcción y estado actual. Fotos: Archivo Castillo Gallusser y José Mata.

fue diseñada por Candela y Castillo Contoux, y el restaurante por Castillo, ambos fueron construidos por Cubiertas Ala de Guatemala, S.A.

> La concha acústica se eleva en dos apoyos, pareciendo un enorme receptor de miradas para la actuación y un gran reflector de sonido, su razón de ser, que se cumple y comunica. Los paraboloides del restaurante, a primera vista, parecieran ser un conjunto de danzarinas frágiles, dóciles y esculturalmente apoyadas, dentro de una dinámica que no establece barreras entre la naturaleza y el interior a través de la transparencia natural, una concepción donde parque y espacio generado fluyen y pierden limitantes.[7]

[7] William Ronald Stewart Moncrieff, "La influencia de Félix Candela en Guatemala. La poética del hacer, entre cuerpo, espacio y material", *DOMUS*, 2011, Costa Rica, pp. 76-79.

Restaurante del Parque de la Industria, Ciudad de Guatemala, 1960 (demolido). Foto: Archivo Castillo Gallusser.

Al igual que en otros proyectos de la época, el gobierno invitó a varios artistas a participar en la creación de este complejo. Hacia el sur de la Concha Acústica se encuentra un estanque con esculturas originales y relieves de concreto del maestro Efraín Recinos. Para la fachada de los salones de exposición se comisionaron murales a los artistas Roberto González Goyri y Dagoberto Vásquez.

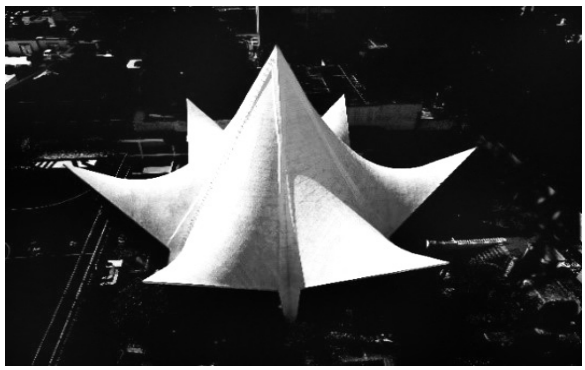
Templos religiosos

Iglesia Champagnat

Construida en 1958, ubicada en la zona 11 de la ciudad capital, fue un proyecto de la oficina de Arquitectura e Ingeniería de Jorge Montes y Ernesto Rosales y fue la primera iglesia que construyó Cubiertas Ala de Guatemala.

La cubierta final se compone de diez paraguas, de los cuales cuatro toman mayor altura y jerarquía. Para dar a la composición arquitectónica mayor carácter, el altar se beneficia ganando altura y permite el paso de luz por vitrales, dando como resultado matices interesantes de color y un ambiente de reflexión.

Iglesia Champagnat, Ciudad de Guatemala, 1958. Exterior e interior. Fotos: John Turton.



Sinagoga "Shaarei Binyamin", Ciudad de Guatemala, 1959. Cimbra durante su construcción y estado actual. Fotos: Archivo Castillo Gallusser y John Turton.

Sinagoga Shaarei Binyamin

El Centro Hebreo de Guatemala, ubicado en la zona 9 de la ciudad capital, fue un proyecto de los arquitectos Carlos Haeussler y Jorge Montes. El diseño estructural del paraguas de la sinagoga fue obra de Félix Candela y Mauricio Castillo Contoux, y la construcción, completada en 1959, fue llevada a cabo por Cubiertas Ala de Guatemala.

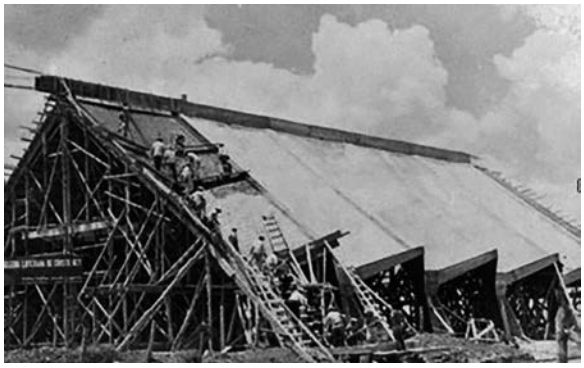
La estructura, sin columnas en su interior, está conformada por seis paraboloides de bordes rectos que surgen desde la planta hacia sus vértices, apreciándose en planta la forma de la estrella de David.

> Una obra de una gran plasticidad, que ofrece la prestancia, la transparencia, la flexibilidad y la claridad necesarias para ser un lugar de celebración con el eterno, que define una forma de pensar y de vivir de una comunidad en Guatemala; una forma donde la expresión y el carácter pierden su dicotomía para consagrarse en una unidad con el material usado y su razón de ser, un lugar donde la creencia, la ciencia y el espíritu creador se han unido.[8]

Iglesia Luterana Cristo Rey

Inaugurada en 1966, esta iglesia fue diseñada por la firma Holzheu, Anzueto y Ogarrio, Arquitectos Asociados. Mauricio Castillo Contoux y Félix Candela se harían cargo del diseño estructural y Cubiertas Ala de Guatemala de la construcción de la obra. Holzheu tuvo el mérito de integrar para este proyecto a los artistas plásticos Luis Díaz y Daniel Schafer, quienes diseñaron el mobiliario, las puertas y varios elementos de los interiores.

[8] *Ibidem*.



Iglesia Luterana Cristo Rey durante su construcción, Ciudad de Guatemala, 1964. Foto: Archivo Castillo Gallusser.

Mercado en construcción, Guatemala, 1961-1966. Foto: Archivo Castillo Gallusser.

> El diseño del edificio se basó en una idea generatriz o inspiración que conocemos como "El tabernáculo del Desierto", que hoy llamaríamos simplemente "la carpa o la tienda", el lugar de adoración durante la peregrinación en el desierto [...] En el interior del templo se puede ver la importancia que se le dio al altar, al área de reclinatorios, al coro y a las doce hojas de las puertas de madera fina que se identifican con los escudos de los apóstoles.[9]

La cubierta de la iglesia consiste en 14 paraguas de bordes rectos de 12 m de alto, que descansan sobre apoyos escultóricos. La dimensión interna de 12 x 40 m de su planta rectangular logra un espacio amplio y alargado que permite incorporar el entrepiso para el coro y el altar al frente. El templo cuenta con un cerramiento de ladrillo en forma de zigzag de ángulos variados, resultando en una fachada de movimiento dinámico que deja por cada vértice saliente un total de 12 puertas, que simbolizan a los doce apóstoles.

Obras para fábricas, locales comerciales, residencias, oficinas y mercados

El "paraguas", elemento económico y versátil formado por cuatro segmentos de paraboloide hiperbólico de borde recto que coinciden en una columna central, fue el tipo de techumbre más solicitado a Cubiertas Ala por empresarios y arquitectos para levantar edificios industriales y de servicio, dada su eficacia y rapidez de construcción.[10]

Al igual que en México, el paraguas se utilizó en Guatemala y Honduras en más de una veintena de proyectos, incluyendo mercados regionales, gasolineras, estaciones de autobuses, fábricas y locales comerciales, destacando la Cervecería Nacional, de Quezaltenango, y la fábrica de Textiles Río Lindo, en Honduras.

> Estos procedimientos de uso intensivo de mano de obra con materiales locales y madera se adaptan perfectamente a las condiciones socioeconómicas de la América Latina, porque se da empleo a gran cantidad de personas y utilizan recursos locales. Una estimación aproximada establece que para la misma área construida, en las cubiertas laminares de hormigón armado el costo en mano de obra representa

[9] Pastor David Rodríguez, "La Iglesia Luterana", *Templos de la ciudad de Guatemala, Galería Guatemala*, Ciudad de Guatemala, Fundación G&T Continental, 2014, pp. 95-99.

[10] Juan Ignacio del Cueto, "Paraguas", en *Cascarones de Candela*, México, UNAM, 2016, pp. 23.

Casa Castillo Contoux, Ciudad de Guatemala, 1964. Foto: John Turton.

> entre el 25 y el 40%, mientras que en acero dicho costo es solamente un 10 o 15%. Además, la actividad económica se difunde y dispersa alrededor de la obra en la región donde se construye, cosa que no sucede en el caso de llevar las estructuras metálicas completas […] La construcción industrial y de servicios, tales como mercados, también ha sido importante, aunque el uso del acero desplaza constantemente al hormigón armado en luces grandes. En este orden, las experiencias principales han sido también el resultado de una búsqueda de expresión arquitectónica que traduzca lo que se produce en el interior de la fábrica y la necesidad de disponer de claros grandes y módulos estructurales que se repitan, siendo el costo factor determinante en algunos casos.[11]

Las residencias y oficinas también tuvieron su espacio en la arquitectura de estructuras laminares. Más de diez proyectos se hicieron incluyendo el *penthouse* de la firma de Arquitectos Minondo y Cordón y el segundo nivel de la residencia de Mauricio Castillo Contoux. Uno de los ejemplos más significativos es la residencia Villa Dora, un proyecto del arquitecto Carlos Hauessler, en el cual incorporó al artista plástico Carlos Mérida, para realizar los murales internos y externos, conservando una presencia artística en la vivienda. Castillo diseñó la cubierta del ingreso principal, logrando de este modo generar una proyeccion artística que unifica la calle con la residencia.

A la fecha, la mayoría de estas obras se mantienen en pie y funcionando, y resistieron el gran terremoto de 1976. A 2019, se ha confirmado la demolición de únicamente tres de estas estructuras, por cambio de uso, y se han visitado y documentado la mayoría, confirmando su buen estado.

El legado de Mauricio Castillo Contoux y Cubiertas Ala de Guatemala es una importante herencia cultural de Guatemala y se continúan haciendo esfuerzos para garantizar su conservación y preservación.

Construcciones ejecutadas
por Cubiertas Ala de Guatemala en Centroamérica

Descripción	Años	Cantidad
Edificios para Usos Diversos	1957-1966	7
Templos Religiosos	1958-1966	6
Fábricas	1960-1969	5
Locales Comerciales	1963-1966	6
Residencias y Oficinas	1958-1965	8
Mercados y Parqueos de Buses	1961-1966	8
Gasolineras y otros	1958-1968	6
Total		46

Tabla 1: Síntesis de edificios construidos con cascarones de concreto por la empresa Cubiertas Ala de Guatemala.

[11] Mauricio Castillo Contoux, *op. cit.*

Conclusiones

La participación creadora de Cubiertas Ala de Guatemala, con Mauricio Castillo Contoux y la consultoría de Cubiertas Ala de México, dirigida por Félix Candela, hizo posible generar y dar vida constructiva a una serie de paraboloides hiperbólicos que en el presente se aprecian en Guatemala y Centroamérica. Estas estructuras laminares trascendieron las soluciones tradicionales de la época y, en varios casos, aglutinaron equipos multidisciplinarios de personajes innovadores de la época.

> Al examinar intuitivamente cuál podrá ser el desarrollo futuro de las cubiertas laminares en la América Latina y tratar de salir del laberinto actual siguiendo los hilos mitológicos de Ariadna, parecería que al igual que en el pasado –en tanto no se enfrente en la práctica de la enseñanza sistemática, y principalmente asistemática, el conocimiento real de estas formas estructurales y sus procedimientos y posibilidades–, ello dependerá principalmente de un núcleo de personas que, con su capacidad, talento y entusiasmo, enriquezcan el acervo actual con nuevas ideas y concepciones, utilizando su imaginación creadora para concebir los múltiples usos que puedan hacerse con cubiertas laminares en las realizaciones futuras [...] Así podrían integrarse verdaderas "selvas urbanas de formas", organizadas a "remembranza" de las selvas tropicales, dándole una tónica característica al espacio físico habitable de algunas regiones latinoamericanas.[12]

Agradecimientos

Agradecemos la inestimable colaboración de Pierre Castillo Contoux, Sabrina Castillo, Carla Castillo de Hess, Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, Luis Díaz, Rosalyn Kleiman, Jorge Mario López, José Mata, Raúl Monterroso, Oscar Quintana, Juan Antonio Siller, William Stewart y John Turton.

Bibliografía

Castillo Contoux, Mauricio, "General Report. Session V. Central and South America, Mexico", Coloquio internacional sobre Progreso de las Estructuras Laminares en los últimos diez años y su desarrollo futuro. *Bulletin of the International Association for Shell and Spatial Structures*, Madrid, núm.. 48, 1969, pp. 43-49.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, *Cascarones de Candela*, México, UNAM, 2016.

_____, "La Estela de Candela. Cubiertas Ala de Guatemala", Cascarones de Candela, Exposición, Embajada de México en Guatemala y Facultad de Arquitectura de la UNAM, Guatemala, 2014.

Lottmann, Joaquín, "Mauricio Castillo como profesional de Ingeniería", *Mauricio Castillo Contoux*, Guatemala, Facultad de Ingeniería-USAC, 1972.

Rodríguez, David Pastor, "La Iglesia Luterana", Templos de la ciudad de Guatemala, *Galería Guatemala*, Ciudad de Guatemala, Fundación G&T Continental, 2014, pp. 95-99.

Stewart Moncrieff, William Ronald "La influencia de Félix Candela en Guatemala. La poética del hacer, entre cuerpo, espacio y material", *DOMUS*, Costa Rica, 2011, pp. 76-79.

[12] Mauricio Castillo Contoux, *op. cit.*

La estela de Félix Candela en Venezuela: etapas, protagonistas y obras

Francisco Mustieles
Astrid Petzold
Carmela Gilarranz
Edwin González

Introducción

Abordar la obra del arquitecto Félix Candela en Venezuela durante un período que abarca aproximadamente 25 años de relaciones directas e indirectas con los protagonistas en el campo concreto de la realización proyectual o construida, requiere de una investigación larga, aún no concluida. El traspase de fronteras de Candela, su internacionalización, empezó prontamente, en 1948, y pocos años después, tras la creación de la empresa Cubiertas Ala (1950-1976), proyectaba obras ya para varios países de la región, entre ellos Venezuela. Este desarrollo fulgurante, varios autores tratan de explicarlo.

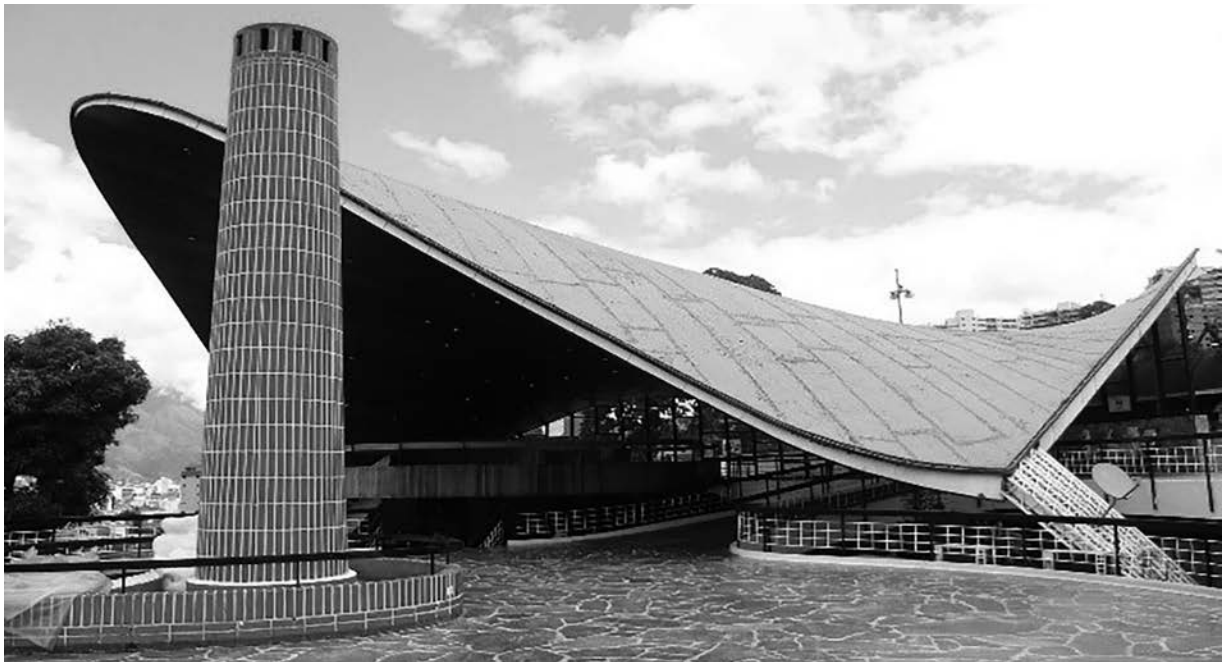
El propio Candela afirmaba: "Es curioso… el hecho de que haya adquirido fama internacional en el momento que he dejado prácticamente de actuar como arquitecto" (Candela 1959, 2). Por su parte, Henry Vicente sentencia que

> la experiencia vinculada a cada región […] significó la concreción de varias obras que […] superan la etiqueta restrictiva de lo "nacional". Al igual que sus cascarones, que "envuelven" saltando por encima de fronteras imaginarias, el ideario de Candela es –según María González Pendás, 2008– "no localista, unificador y progresista, contrario a tradiciones folkloristas" (Vicente 2010, 7).

Candela es básicamente un arquitecto-constructor moderno, con fe tecnológica y alejado de valores locales, salvo los ambientales.

Félix Candela y su estela en Venezuela

En una primera fase, deviene fundamental el estudio de las relaciones epistolares entre los actores en México y en Venezuela. Gracias al acervo *Drawings and Archives* de la Avery Library, de Columbia University, en Nueva York, se ha podido revisitar la correspondencia epistolar entretejida por Félix Candela Outeriño con Guillermo Shelley Torres y Álvaro Coto Asenjo, principales protagonistas de la estela venezolana –aunque no los únicos– con los cuales Candela interactuó epistolarmente entre 1955 y 1965, años donde la cooperación entre ellos y la producción de proyectos y obras en Venezuela fue más intensa. Ahora bien, este periodo



Club Táchira de Caracas, de Fruto Vivas y Eduardo Torroja, 1954-1957. Foto: cortesía del Club Táchira y Jito D´Queen.

de correspondencia epistolar concierne exclusivamente a las dos primeras instancias antes señaladas, esto es: a las relaciones antes del registro legal de la compañía Cubiertas Ala de Venezuela (24 septiembre, 1959), básicamente centradas entre Félix Candela y Guillermo Shelley, y a las relaciones entretejidas una vez registrada esta empresa, entre Félix Candela y Álvaro Coto. No se registra en esos archivos la tercera instancia: los proyectos y obras realizadas por seguidores de Candela en Venezuela, fundamentalmente liderados por Álvaro Coto y José Gabriel Loperena.

Después de esta primera fase de revisión epistolar, este capítulo pasa a abordar los proyectos y obras más significativos de cada una de las tres instancias en Venezuela: Pre-Cubiertas Ala, Cubiertas Ala y Post-Cubiertas Ala. Finalmente, en las conclusiones, se caracterizará lo que se puede llamar la estela de Candela en Venezuela, tanto por la extensión geográfica de las implantaciones, como por la real responsabilidad asumida por cada uno de los protagonistas en las mismas (concepción, cálculo y construcción), y por el tipo estructural de proyectos y obras realizadas.

Las estructuras de paraboloides hiperbólicos en Venezuela

No existe un estudio sobre las estructuras de paraboloides hiperbólicos en Venezuela para ubicar la obra de Félix Candela, de Cubiertas Ala y de sus seguidores ulteriores. Sin embargo, hay que hacer constar que, en 1954, antes del inicio de las relaciones epistolares registradas en la Avery Library, el arquitecto venezolano Fruto Vivas (1928) había ganado un concurso, siendo aún estudiante de arquitectura en la Universidad Central de Venezuela, para el diseño del Club Táchira, en Caracas. Vivas solicitó se contratara como ingeniero de la obra al español Eduardo Torroja, y en conjunto diseñaron el proyecto, que se terminó de construir en 1957. En este proyecto se contemplaban dos cubiertas laminares de doble curvatura: una diseñada y calculada por Eduardo Torroja, en hormigón, un conoide llamado por los autores la “cascada”; y otra diseñada por Fruto

Vivas y calculada por Eduardo Torroja, en estructura metálica de cerchas, llamada por Vivas el "rancho", recubierta en sus dos caras con madera, generando una membrana parabólica de forma conoidal. Es esta última la única que se construyó.

El análisis epistolar revela que la primera estructura parabólico-hiperbólica construida por Candela en Venezuela fue la de un "paraguas" de 12 x 12 m; de hecho, fue Guillermo Shelley quien se lo propone a Candela en febrero de 1956, para que "sirva tanto de propaganda como de análisis de costos; para poder realizarlo necesitaría que me enviara los cálculos y planos estructurales, diseño de cimbras, proporciones de concreto, etc."; 18 días después, Candela le envía a Shelley "planos para la construcción del paraguas de prueba". Poco más de una semana después, Shelley le pregunta a Candela: "¿Para el paraguas de prueba, usando cemento normal, qué tiempo recomienda para descimbrar?" En esa misma misiva de 1956, Shelley habla a Candela de un muy probable primer proyecto contratado en Venezuela: "Adjunto un plano de un proyecto de un conjunto de apartamentos en el Litoral, para cubrir la zona destinada a comedor, bar y salón de baile con paraboloides en la forma esquemática indicada. Esperamos sus indicaciones". Este proyecto se terminaría de construir en 1957. Candela desembarcaba con pie firme en Venezuela. John A. Loomis (Loomis 1999, 13) calificará ulteriormente estas estructuras, tanto la obra de Torroja como de Candela, como plástica formal de vanguardia.

La construcción de estructuras laminares de doble curvatura en Venezuela, desde la "llegada de Candela" a la escena venezolana

El análisis epistolar entre Félix Candela (1910-1997) y los otros dos grandes protagonistas de los proyectos llevados a cabo en Venezuela, Guillermo Shelley (1928-1994) y Álvaro Coto (1928-2013), así como el análisis de la práctica proyectual independiente ulterior de Álvaro Coto, permiten establecer cuatro tiempos en la estela dejada por Candela en Venezuela. Ahora bien, esos tiempos, y dado el volumen de proyectos y obras generados, pueden ser agrupados en tres etapas: Pre-Cubiertas Ala de Venezuela, Cubiertas Ala de Venezuela y Post-Cubiertas Ala de Venezuela o etapa Álvaro Coto.

El análisis epistolar entre estos arquitectos fue realizado distinguiendo fundamentalmente cinco tópicos en las misivas.

- Textos que abordan los proyectos y obras a realizar o en fase de construcción.
- Textos que conciernen a Cubiertas Ala de Venezuela.
- Textos que hablan de revistas y libros donde se publica la obra de Félix Candela.
- Textos que hablan de la situación política de alguno de los dos países en cuestión (México y Venezuela) o hablan de la crisis empresarial de alguna de las dos partes comprometidas.
- Textos que hablan de los amigos o conocidos y contactos materializados en la relación entre ambas partes.
- Textos que conciernen a otros tópicos.

La correspondencia cruzada entre Félix Candela y Guillermo Shelley se llevó a cabo entre el 7 de septiembre de 1955 (primera misiva) y el 28 de noviembre de 1958 (última misiva). Shelley le escribió a Candela un total de 12 cartas, y Candela a Shelley un total de 16.

En cambio, la relación epistolar habida entre Félix Candela y Álvaro Coto se desarrolló durante siete años, desde el 23 de septiembre de 1959 (primera misiva) y el 5 de agosto de 1965 (última misiva registrada en los archi-

vos de la Avery Library), que nunca fue contestada por Coto por esa vía. Coto le escribió a Candela un total de 17 cartas, y Candela a Coto un total de 15.

Félix Candela y Guillermo Shelley: cuatro años de relación epistolar

Esta etapa de la estela de Félix Candela en Venezuela es la primera que concierne a su relación con el arquitecto Guillermo Shelley, la cual terminará poco antes del registro legal de la compañía Cubiertas Ala de Venezuela; es por ello que la denominamos etapa "Pre-Cubiertas Ala". Guillermo Shelley[1] nació en la Ciudad de México el 20 de octubre de 1928. Se titula de arquitecto, en 1951, en la Escuela Nacional de Arquitectura, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Posteriormente culminó, en 1961, estudios de posgrado en Planeación Urbana, en el Urban Planning Department de la University College de Londres (UCL), becado por el British Council. En 1964, obtiene la Maestría de Arquitectura en Diseño Urbano en la Graduate School of Design de Harvard University, becado por el US Department of State.

Fue profesor de la Escuela Superior de Arquitectura e Ingeniería en el Instituto Politécnico Nacional, de México (1952-1953), de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (1955-1956), de la Escuela Nacional de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (1960, 1962, 1963, 1965, 1966 y 1967), de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Iberoamericana, de Ciudad de México (1966) y en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, también en la Ciudad de México (1975-1979).

Desarrolló además una práctica profesional extensa, habiendo trabajado en México (1952-1988), Venezuela (1954-1959) y Reino Unido (1960-1961). Guillermo Shelley muere el 8 de marzo de 1994 en la Ciudad de México.

En su primera carta dirigida a Candela, Shelley (7 09 1955) lo felicita por la conclusión de la Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, en Ciudad de México y textualmente se pone a la orden para lo que se le pueda ofrecer. Candela responde (25 09 1955) que nunca ha ido a Venezuela, pero le habla de sus amigos que viven allí: José Lino Vaamonde, Fernando Salvador, Francisco Iñiguez y Patricio Azcárate; inmediatamente, escribe:

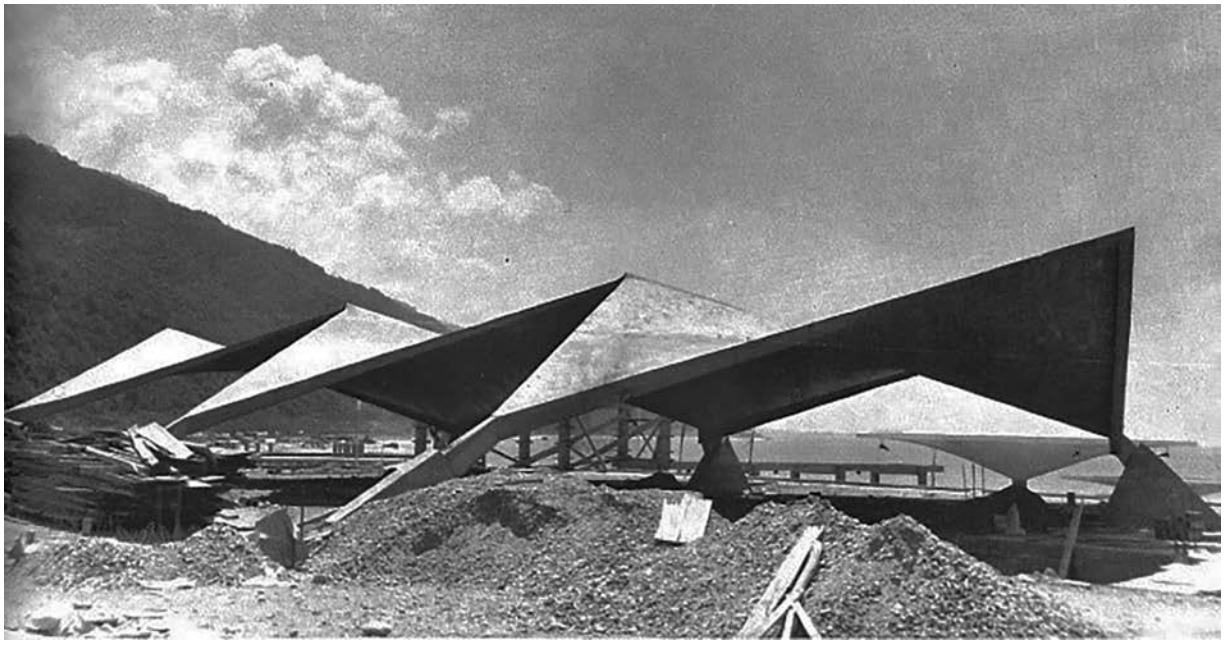
> No he podido asistir al Congreso de Arquitectura[2] [...] Existe la posibilidad que Alejandro Prieto y yo tengamos que ir a Brasil para iniciar la construcción de unos laboratorios que parece van a encargarnos [...] Parece haberse superado la crisis de los últimos dos años. Tenemos muchas obras y estamos llenando México de fábricas con cascarones. Me supongo que este es un campo que está todavía sin explotar por esas tierras, y podría ser interesante iniciarlo en colaboración con alguien residente en el país [...] Le avisaré, si la cosa se arregla, para que me prepare alguna conferencia con objeto de iniciar la propaganda (Candela).

La relación profesional entre ambos estará mediada de la siguiente manera (carta del 21 de febrero de 1956):

> En cuanto a la forma de trabajo en colaboración, creo que la más conveniente es la que bosquejamos durante su visita a Ciudad de México (diciembre 1955): usted me enviaría croquis de la estructura, con sus sugerencias en cuanto a la forma de solucionarla de acuerdo con

[1] Archivo Shelley Torres, de la familia Shelley Herrera.

[2] Celebrado en Caracas, Venezuela, el 10 de septiembre de 1955.



Cubiertas en Club Playa Azul, Naiguatá, Venezuela, 1956-1958. Arquitectos: Federico Beckhoff, Roberto Burle Marx (paisajismo). Cubiertas: Félix Candela, Guillermo Shelley y José Chávez. Constructora: Velman. Foto: Félix & Dorothy Candela Archive, Princeton University; y Colin Faber, *Candela the Shell Builder*, p. 159.

> los deseos del cliente, y yo les devolvería planos estructurales detallados para que ustedes puedan redactar el correspondiente presupuesto (Candela).

En carta previa (30 2 1956), Shelley, después de hablar sobre la necesidad de construir un paraguas de prueba, le dice a Candela "Le agradeceré me ratifique su proposición del 3% sobre el costo de la estructura". La relación profesional estaba pues ya establecida.

Félix Candela y Guillermo Shelley: cuatro años de relación constructiva

Prontamente (carta del 3 03 1956), Shelley pone sobre la mesa un primer encargo en Venezuela: el proyecto de Playa Azul, construido en Naiguatá, que será el más significativo de los proyectos realizados en Venezuela por Candela y Shelley: *Five flattish hypars were combined to form a sharply angled roof springing from low buttresses. Each hypar has a square plan, giving the structure a jugged appearance accented by the small edge beame* (Faber 1963, 158). *Five horizontal hypar sheets* (Garlock y Billington, 2008, 187). Shelley propone a Candela que la construcción de las obras en Venezuela se le otorgue a la Constructora Velman, de los ingenieros Ibrahim J. Velutini y José M. Manrique, empresa para la cual trabaja Shelley. Candela y Velutini firman contrato para tal fin en 1956.

En carta ulterior (6 05 1958), Shelley habla de otros dos proyectos a desarrollar en el seno de Velman y que requieren de la participación de Candela:

> Estamos proyectando para el Ministerio de Fomento un Hotel en Maturín en el que pensamos utilizar paraboloides hiperbólicos. Actualmente, solo tenemos el contrato de proyecto, pero no de la construcción [...] Estamos [también] con el proyecto de la Cartografía Nacional para el Ministerio de Obras Públicas [...] El Hotel tiene aprox. 3 000 m² de paraboloides y La Cartografía como 12 000 m² (entre paraboloides y bóvedas cilíndricas largas) [...] Le anexamos

> los planos y croquis tanto del hotel como de La Cartografía (Shelley).

Estos proyectos que conllevaron un trabajo intenso y largo entre ambas partes fueron concluidos a fines de 1958, aunque dichos proyectos nunca serían construidos, salvo una cubierta parabólica para el Higuerote Yacht Club (1959-1961), que la ultimaría Coto.

En misiva del 27 de agosto de 1958, Candela hace dos comentarios; el primero referido al arquitecto Álvaro Coto. "El otro día me visitó el güero Coto antes de salir a Venezuela. Parece que va a reforzar su equipo"; y el segundo, a la situación de trabajo profesional en México:

> Estamos pasando una mala racha en México, con el cambio de gobierno y la crisis correspondiente, agravada por el pánico de una nueva devaluación que posiblemente no tenga lugar. El caso es que tenemos poco trabajo. Estamos acabando obras sin empezar otras nuevas y nuestra nómina ya es muy grande. Afortunadamente hemos empezado una gran fábrica para Bacardí (Candela).

Efectivamente, Álvaro Coto llega a Venezuela e inmediatamente se comunica con Candela (12. 09. 1958): "Le envío un saludo desde estas tierras venezolanas, a las que llegué el lunes 8 pasado, después de estar unos días conociendo La Habana". Y añade:

> He comenzado a estudiar las posibilidades reales de Cubiertas Ala, aquí en Caracas, y me parecen que son muchas pues mi cuñado está muy bien conectado [...] Me presentó con el arquitecto Julián Ferris, Decano de la Facultad de Arquitectura, de la Universidad Central de Venezuela, que, entre otras cosas, me dijo haberle escrito a usted, haciéndole un ofrecimiento de dar clases aquí en la facultad (Coto).

Coto entra en escena, tanto con Candela como con Shelley. El 2 de noviembre de 1958, Candela le escribe a Shelley lo siguiente:

> Hemos iniciado la obra de Bacardí a gran ritmo [...] El Sr. José María Bosch, Presidente de Bacardí Internacional, se ha convertido en mi vendedor estrella y me presenta con grandes elogios a sus amistades que son muchas y de mucha lana. Entre ellas, estuve desayunando el otro día con un Sr. Eugenio Mendoza [...] dueño de fábricas de cemento y ministro en el primer gabinete de Larrazábal. [...] Se va a dedicar a construir casas baratas en Venezuela. El Sr. Bosch le habló con gran entusiasmo de unas casitas que vamos a construir para los obreros de Bacardí con techo de paraguas invertido y que ya han sido experimentadas en un grupo de 33 que construyó nuestro socio en Monterrey. Le enseñé el plano al Sr. Mendoza y le dije que estaba asociado con ustedes y con Velutini, a quien naturalmente conoce (Candela).

Pocos días después, el 11 de noviembre, Shelley le responde: "El sr. Mendoza [es] el industrial más importante de Venezuela [...] y buen amigo del cuñado del güero Coto". Semanas después (28 11 1958), Shelley escribe a Candela:

> Con la ida del Sr. Velutini a México cambió mucho la situación de Velman: muy poco trabajo y nadie que se ocupara de conseguirlo; Enrique Velutini, que es el apoderado del Dr. Velutini en Caracas, decidió fusionar a partir del año entrante, la Velman con su compañía que es Velutini y Bergamín y suprimir el Departamento de Arquitectura (Chávez y yo), ya que todos los proyectos los va a hacer Mario Pani desde México. Así las cosas, hemos pensado hacer una compañía anónima: Cubiertas Ala de Venezue-

> la con Álvaro Coto, el Dr. Enrique Tejera París (cuñado de Coto) y [...] [si es posible] el sr. Eugenio Mendoza. [...] Chávez está decidido a regresar a radicarse en México y yo no sé todavía qué voy hacer. El objetivo principal de mi viaje a México en enero es conocer la situación y decidir si me quedo o me regreso a Venezuela [...] Una vez formada la compañía y contando con la colaboración de usted [...] pensamos hacer una campaña de propaganda a las Cubiertas Ala en las revistas Integral y Colegios de Ingenieros (Shelley).

Shelley no regresaría; sería esta la última misiva para Candela registrada en la Avery Library.

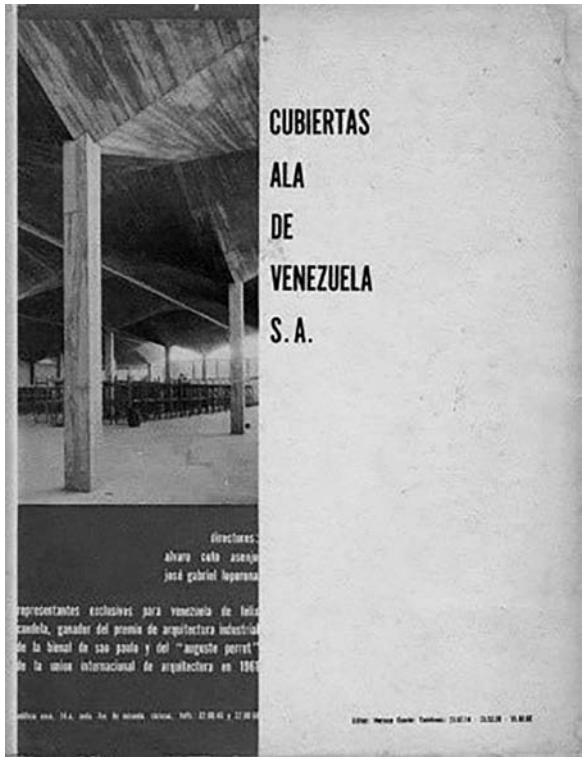
Félix Candela y Álvaro Coto: siete años de relación epistolar

Meses después (23 04 1959), Félix Candela le escribiría a Coto:

> El amigo Shelley [...] me encargó estudiara una cubierta de paraboloide para el Higuerote Yacht Club y como ya hemos terminado le envío los planos estructurales [...] Aunque no he hablado con Velutini, no parece, a juzgar por lo que dice Shelley, que habrá ningún inconveniente en dar por cancelado mi compromiso con Velman y, por tanto, en que usted me represente en Venezuela de aquí en adelante [...] Shelley está casi decidido a quedarse aquí, pues está tratando de poner un despacho y de encontrar algún trabajo (Candela).

Este fue el último proyecto que haría en colaboración con Shelley. Se inicia así una nueva relación entre Félix Candela y Venezuela, esta vez, a través de la figura del arquitecto Coto: la etapa "Cubiertas Ala de Venezuela".

Álvaro Coto, de padres españoles, nace en Chicago, EE.UU, el 28 de diciembre de 1928; la familia emigra a México en 1931. Comienza estudios de arquitectura en el Tecnológico de Monterrey. En el tercer año, se transfiere a la Universidad Nacional Autónoma de México, en la capital del país, donde se gradúa en el año 1957. Llega a Venezuela a finales del año 1959. Se casa con Diana Villarroel el 18 de diciembre de 1960. De ese matrimonio nacen Mariana, Carolina y José Luis Coto Villarroel. Se nacionaliza venezolano el 17 de julio 1967. Obtiene su reválida como Arquitecto en la Universidad Central de Venezuela en 1970 y deviene profesor contratado por la Universidad Central de Venezuela de 1976 a 1978.



Folleto Cubiertas Ala de Venezuela S.A., Venezuela. Fuente: Archivo Álvaro Coto Asenjo. Foto: cortesía de la arquitecta Carolina Coto.

Una vez concluida su relación con Cubiertas Ala de Venezuela, de la cual fue director-gerente, funda Arquitectura Orión C.A., y posteriormente Cubiertas Orientales, ambas dedicadas a la construcción con paraboloides hiperbólicos, registrando varias patentes de dichas cubiertas prefabricadas en fibra de vidrio. En

1993 se casa en segundas nupcias con Alicia Fernández Ovalles, de ese matrimonio nacen Carmen Alicia y María Alejandra Coto Fernández. Álvaro Coto muere el 28 de enero de 2013 en Caracas.

En carta del 14 de junio de 1959, Coto anuncia a Candela la posibilidad de desarrollar dos nuevos proyectos en tierras venezolanas:

> ¿Cuáles son las proporciones más económicas de un paraguas y las máximas recomendables; estos datos los necesito por una proposición que estoy haciéndole al director del Instituto Agrario Nacional, para la construcción de unos galpones, para guardar tractores, y almacenamiento en general [...] También presentamos un anteproyecto para la Sala de la Asamblea Legislativa, para la ciudad de Cumaná, capital del estado Sucre, del que mi cuñado es Gobernador, en la que propusimos un paraboloide del mismo tipo que el del club Higuerote, que nos envió, pero creo que si se hace este proyecto, seguramente habrá que ampliarlo (Coto).

Finalmente, en la misma carta, añade: "Sigo con pláticas tendientes a formar legalmente, Cubiertas Ala de Venezuela", a lo que cinco días después, Candela responde "Me parece muy bien su idea de formar Cubiertas Ala de Venezuela".

Félix Candela y Álvaro Coto: siete años de relación constructiva

El 24 de septiembre de 1959 queda asentada en el Registro Mercantil de Caracas, la empresa Cubiertas Ala de Venezuela, con Álvaro Coto Asenjo como director gerente y Rubén Bustos Aldana como administrador. La relación entre Félix Candela y Venezuela entra en una nueva fase de desarrollo mediada por esta empresa y las figuras de Álvaro Coto y su socio, el arquitecto español José Gabriel Loperena.

Planta Ensambladora Volkswagen Palma Sola, Morón, Venezuela, 1962. Arquitectos: Dirk Bornhorst y Pedro Neuberger. Láminas parabólico-hiperbólicas: Cubiertas Ala de Venezuela / Félix Candela, Álvaro Coto y José Gabriel Loperena. Constructora: STAR. Foto: *Informes de la Construcción*, vol. 18, núm. 177.

Los años 1959 a 1963 serán un periodo febril en proyectos y realizaciones por parte de la empresa Cubiertas Ala de Venezuela, bajo la batuta local de Coto y Loperena. En la relación epistolar entre Candela y Coto aparecen referidos los siguientes proyectos: Cubierta de paraboloide para el Higuerote Yacht Club, Litoral Caracas (iniciado por Shelley, 1959-1961); Sala de la Asamblea Legislativa, de Cumaná (1959); Ciudad Industrial, en Guarenas (1960); Industrias y Mercado, en Maturín (1960); tres Mercados Periféricos, en Valencia (1960); acceso al edificio Miranda-Shell, en Maracaibo (1960); paraguas Ciudad Comercial Tamanaco, en Caracas (1960); fábrica textil Henderson & Smith, en Barquisimeto (1960); Supermercados CADA, en Maracay y Valencia (1961); Ensambladora de autos Hillman, en Valencia (1961); proyecto Catia la Mar, en el Litoral Caracas (1961); entrada de la Universidad de Carabobo, en Valencia (1961); Escuelas-Talleres y Escuela Industrial, en Puerto La Cruz (1961); Escuela Cursos Básicos Universidad de Oriente (Cumaná, 1961); entrada Club Hípico de Valencia (1961); Escuela de Fe y Alegría, en Catia (1961); Kiosco de Flores, en Caracas (1961); Colegio de Médicos de Maracaibo y Club de Maracaibo (1962); iglesia Hermanitas de Los Pobres, en Caracas (1962);

Planta Corporación Miranda, Palma Sola, Morón, Venezuela, 1962. Arquitectos: Dirk Bornhorst, Pedro Neuberger. Láminas parabólico-hiperbólicas: Cubiertas Ala de Venezuela / Félix Candela, Álvaro Coto y José Gabriel Loperena. Constructora: STAR. Foto: *Informes de la Construcción*, vol. 22, núm. 214.

depósito en Valencia (1962); auditorio del Colegio de Médicos de Maracaibo (1962); Centro Social Fundación Bene-Berith, en Caracas (1962); Centro Comercial El Recreo, en Valencia (1962); planta ensambladora Volkswagen Palma Sola, en Morón (1962); planta Corporación Miranda, en Morón (1962); casa proyectada por el arquitecto Julio Coll para un político (1962) y cubiertas para estaciones de gasolina para la Creole (1963).

En el folleto de la empresa Cubiertas Ala de Venezuela, elaborado por Coto y Loperena, aparecen referidos otros proyectos y obras sin precisar el año de realización: Ensambladora Nissan-Patrol, Grupo Mendoza, en Valencia; Automotores de Valencia Guédez; Club Mobil Oil Company, El Palito; Planta Ensambladora Corporación Miranda, en Puerto Cabello; Estacionamiento Motel Falcón (Hotel Cardón), Punto Fijo; Depósito para Protinal, Grupo Mendoza, Maracaibo; Auditorio del Colegio de Ingenieros del Estado Zulia, Maracaibo; Depósito Egidio Tombolán, San Antonio, Miranda, y estructura de los Silos de Fedeagro, en Araure y en Turén.

De estos proyectos y obras, realizados por Cubiertas Ala de Venezuela, cabe destacar la Planta Ensambladora Volkswagen, la Corporación Miranda, el Colegio de Médicos del Zulia y la cubierta del Colegio de Ingenieros del Zulia.

Colegio de Médicos del estado Zulia, Maracaibo, Venezuela, 1962-1964. Arquitecto: Miguel Casas Armengol: Cubiertas Ala de Venezuela / Félix Candela, Álvaro Coto y José Gabriel Loperena. Fuente: Archivo Álvaro Coto Asenjo. Foto: cortesía de la arquitecta Carolina Coto.

La nave de montaje de la Planta Ensambladora Volkswagen en la urbanización Palma Sola, en Morón, iniciada en 1962 y hoy demolida, estaba cubierta por

> cuarenta paraboloides de 12 x 12 m (144 m²) y diez de 12 x 16 m (196 m²) con un promedio de más de 8 m de altura [...] Los paraboloides se han inclinado ligeramente hacia el norte para obtener una ventilación e iluminación tipo dien-

Cubierta para usos múltiples del Colegio de Ingenieros del Zulia, Maracaibo, Venezuela, 1963. Lámina parabólico-hiperbólica: Cubiertas Ala de Venezuela / Félix Candela, Álvaro Coto y José Gabriel Loperena. Foto: Arquitecto Carlos Marval. NMD NOMADAS.

Paraboloide hiperbólico encofrado metálico, Venezuela. Arquitecto: Álvaro Coto. Fuente: Archivo de Álvaro Coto Asenjo. Foto: cortesía de la arquitecta Carolina Coto.

> te de sierra controlada por ventanales de plástico translúcido y aluminio (Bornhorst 1966, 93).

Las naves 1, 2 y 3 de la Corporación Miranda, dedicada a la producción de piezas y accesorios para la industria automotriz, particularmente de la Volkswagen, de la cual es vecina, "han sido construidas a base de paraboloides hiperbólicos de 10 x 10 m; el bar [cafetín], con paraboloides invertidos de 5 x 5 m" (Bornhorst 1969, 51).

El Colegio de Médicos está conformado por un conjunto de paraguas invertidos, cuenta con un auditorio con "una cubierta simétrica de ocho unidades de paraboloides hiperbólicos sobre cuatro apoyos oblicuos. En esta obra, Coto explota con originalidad la inclinación de las columnas que más que apoyos semejan la continuidad de los pliegues de la misma cubierta hacia el piso" (Páez 2011, 69).

La cubierta de la sala de espectáculos del Colegio de Ingenieros del Zulia es un cascarón simétrico de ocho módulos de paraboloides hiperbólicos en una composición por rotación de un eje a 45° desde un eje ubicado al centro de la estructura, descargando las líneas de fuerza en cuatro apoyos oblicuos en continuidad con los pliegues del mismo cascarón a través del eje central, lo que le otorga mayor rigidez.

Álvaro Coto continuador e innovador: el después de Cubiertas Ala de Venezuela

Álvaro Coto empezó a pensar en la posibilidad de sustituir el encofrado o cimbra en madera por el metálico, que favorece la reutilización del mismo, sobre todo cuando tuvo que enfrentar el reto de la realización de paraguas para las cubiertas de los surtidores de las estaciones de gasolina en buena parte del país.

Una vez conocida por Candela esta puesta en práctica de cimbras metálicas, le dio su opinión al respecto, mostrando vivamente su interés. En carta del 18 de marzo de 1963, le decía: "Me parece estupenda la solución del encofrado metálico, tanto desde el punto de vista estético como del práctico y le agradecería mucho me enviara un plano del detalle, explicando cómo se fija la lámina a las vigas de madera y cómo se consigue la diferente abertura de los resaltes".

La inquietud de innovación de Álvaro Coto ante los cambios proyectuales, primero, y luego contextuales, aparecen de manera elocuente ante el maestro Candela, en la etapa

Terminal terrestre de pasajeros, San Cristóbal, Venezuela, 1968. Vista exterior e interior. Arquitecto: Álvaro Coto. Fotos: Astrid Petzold / Francisco Mustieles.

de Cubiertas Ala de Venezuela, pero se seguirán manifestando ulteriormente, una vez que esta empresa cese sus actividades en Venezuela, a inicios de 1964. En carta del 24 de febrero de ese año, Coto comunica a Candela que una mala sociedad con la empresa de construcción Milotécnica pone a Cubiertas Ala de Venezuela al borde de la quiebra; a lo cual Candela responde poco después (23 de marzo 1964): "Quiero decirle que no se angustie usted demasiado con la deuda conmigo [...] Lo principal es que pueda usted seguir trabajando, sin que yo le signifique una preocupación más".

Se entra así en la tercera etapa, la Post-Cubiertas Ala de Venezuela o etapa abiertamente ceñida a un protagonista: Álvaro Coto. Él trabaja desde entonces como arquitecto independiente, y luego crea la nueva empresa Arquitectura Orión C.A., de la cual es director-gerente, igual que lo era de Cubiertas Ala de Venezuela. Posteriormente, en una segunda instancia, creará su última empresa: Cubiertas Orientales, cuyo radio de acción se ceñiría al estado insular de Nueva Esparta. En el folleto de la empresa Arquitectura Orión C.A., Coto indica tanto las obras realizadas en la etapa previa, con Cubiertas Ala de Venezuela, como otras obras realizadas por él, incluso antes de la constitución de esas dos empresas. Sin embargo, el número de proyectos y obras realizadas por Coto es desconocido hasta el momento. Una de sus obras de mayor relieve en este periodo, la Terminal de San Cristóbal (1968). Consta de dos paraboloides hiperbólicos invertidos que fungen de acceso, 32 paraboloides hiperbólicos bajo los cuales se ubican todos los servicios de la terminal, y dos líneas de ocho paraguas invertidos menores que cubren los dos andenes de la misma.

Además de la propuesta de encofrar las estructuras laminares de doble curvatura con cimbra metálica, Coto realizó un buen número de innovaciones, algunas patentadas, parte de las cuales han sido descritas en la tesis doctoral del arquitecto Rafael Gerardo Páez (Páez, 2013). Igualmente exploró otras soluciones estructurales alabeadas, tanto hiperboloides de revolución como parabólico-hiperbólicas singulares. Estas innovaciones conciernen a tres tipos de propuestas: construcciones de silos

Hiperboloide de revolución, Fábrica Vencemos, Venezuela. Fuente: Archivo Álvaro Coto Asenjo. Foto: cortesía de la arquitecta Carolina Coto.

Paraboloides hiperbólicos con fibra de vidrio, Venezuela. Fuente: Archivo Álvaro Coto Asenjo. Foto: cortesía de la arquitecta Carolina Coto.

agroindustriales con paraboloides hiperbólicos, estanques para agua potable de gran capacidad, y propuestas inéditas para generar paraboloides hiperbólicos con fibra de vidrio y resinas plásticas.

Tipologías geométricas de las estructuras laminares construidas bajo la estela de Félix Candela en Venezuela

La idea fundamental de las estructuras laminares para Félix Candela es "evitar en la medida de los posibles los esfuerzos de flexión con la forma adecuada" (Candela 1985). En las estructuras de doble curvatura, que se encuentran en diversos ejemplos de la naturaleza, como las conchas y caparazones, es donde se observa esta solución, y es precisamente en las superficies curvas combinadas que ofrecen las estructuras laminares, donde el hombre ha encontrado las formas más adecuadas para estabilizar y reducir la sección en comparación con las superficies planas, ya que la eficacia de un cascarón se basa en su capacidad para transmitir esfuerzos a compresión, actuando como membrana, es decir, mediante un flujo de fuerzas actuando sin flexión.

La generación de éstas, ya sea por la traslación de una curva denominada generatriz sobre la otra curva denominada directriz, o la generación por medio de una superficie doblemente reglada, donde el último método facilita, en la mayoría de los casos, los trabajos de cimbrado para su construcción, ofrece un número infinito de posibilidades de generación geométrica de superficies en forma del paraboloide hiperbólico, pero en Venezuela se observan solo algunas de estas tipologías y que en algunos casos fueron reforzadas con otros elementos estructurales, como vigas de borde externo que absorben de mejor manera las tensiones de tracción y compresión.

Los proyectos desarrollados y obras construidas en las tres etapas de la estela de Candela en Venezuela son superficies regladas de traslación de diferentes tipos: planta cuadrada (Planta Volkswagen, Corporación Miranda, Terminal de Pasajeros de San Cristóbal), planta en rombo (Club Playa Azul y cubiertas de los Colegios Médico y de Ingenieros del Zulia), o planta rectangular (estaciones de servicio para la empresa Shell). En algunos casos formaron composiciones más complejas, principalmente por rotación, por espejo y por repetición.

Conclusiones

Las estructuras laminares parabólico-hiperbólicas tuvieron una profusión extraordinaria a nivel mundial en las décadas de 1950 y 1960, de

la cual Félix Candela fue el principal promotor. Esta estela accionada por Candela tuvo, a su vez, protagonistas de relieve en distintos países, quienes propiciaron su divulgación y el llevar, más allá de México este tipo de realizaciones. En el caso venezolano, este impacto presenta características singulares en comparación con la propagación de las ideas de Candela en otros países.

En primer lugar, estas realizaciones no se desarrollaron solo en la capital o en otra ciudad importante del país, sino que las obras llevadas a cabo en Venezuela se extendieron por toda la geografía nacional: Maracaibo, Cabimas, San Cristóbal, Punto Fijo, Maracay, Villa de Cura, Ciudad Bolívar, Morón, Valencia, Caracas, Calabozo, Maturín, Acarigua, Guarenas, Cumaná, Barquisimeto, Puerto La Cruz, Barinas, Boconó, Catia La Mar, Naiguatá, Higuerote, etcétera.

En segundo lugar, los protagonistas locales de la propagación de las ideas y realizaciones de Candela en Venezuela fueron fundamentalmente mexicanos: Guillermo Shelley, Álvaro Coto, José Chávez y algunos de los constructores. Y algunos de origen español: además de Candela, el propio Álvaro Coto y José Gabriel Loperena. Podemos afirmar que la estela de Candela en Venezuela fue marcadamente mexicana, con cierta ascendencia española.

En tercer lugar, y como en otros países, los protagonistas locales eran de alto nivel profesional y académico; los dos más importantes de esta relación con Félix Candela, tanto Guillermo Shelley como Álvaro Coto, tuvieron excelente formación y a la vez llevaron a cabo actividades académicas universitarias.

En cuarto lugar, la capacidad innovadora de Álvaro Coto, quien permaneció en Venezuela hasta su muerte, y fue el máximo exponente a nivel nacional de las estructuras parabólico-hiperbólicas, tanto en la etapa de Cubiertas Ala de Venezuela, como en la etapa Post-Cubiertas Ala, quedó demostrada en numerosas realizaciones y patentes.

En quinto lugar, muy probablemente, y después de México, Venezuela es el país donde el impulso de Félix Candela se concretó en un mayor número de proyectos y obras de estructuras parabólicas hiperbólicas. Hemos contabilizado, en su conjunto, más de 100 proyectos realizados y obras construidas en el país; de los cuales más de 70 corresponden a la interacción de Guillermo Shelley y Álvaro Coto con Félix Candela, esto es, aproximadamente un 5% de los más de 1400 proyectos realizados por Candela, según del Cueto (2007, 155).

En sexto lugar, las tipologías de los paraboloides hiperbólicos con base en su generación geométrica observadas en Venezuela son de tipo superficie reglada de traslación de sub-tipo planta cuadrada, planta en rombo y planta rectangular, que a la vez formarán composiciones por rotación como la observada en la estación de servicio Shell; por espejo, como la cubierta del Colegio de Ingenieros, y por repetición como la observada en la planta Volkswagen.

Las figuras de Guillermo Shelley, durante la etapa Pre-Cubiertas Ala de Venezuela (1955-1958), y luego la de Álvaro Coto, durante las etapas Cubiertas Ala de Venezuela (1959-1965) y Post-Cubiertas Ala de Venezuela (1965-1990), apoyados sólidamente por José Chávez, el primero, y José Gabriel Loperena, el segundo, constituyeron un equipo de primer nivel que permitieron el desarrollo de tantos proyectos y obras en un país democrático. Si bien ese periodo de colaboraciones asociadas a Félix Candela atravesó momentos políticos difíciles, la bonanza económica petrolera conllevó una cierta modernización del aparato económico industrial y creó un contexto favorable a las realizaciones laminares parabólico-hiperbólicas, hasta que razones económicas asociadas a los costos de producción de las mismas, las

hicieron, en buena medida inviables y no competitivas en términos de costos con soluciones mayormente metálicas.

Archivos

Archivo Coto Asenjo, de la familia Coto Villarroel

Archivo Shelley Torres, de la familia Shelley Herrera

Drawings and Archives, Avery Library, Universidad de Columbia, Nueva York

Félix & Dorothy Candela Archive, Princeton University

Bibliografía

Bornhorst, Dirk y Pedro Neuberger (1969), "Corporación Miranda, en Morón, Venezuela", *Informes de la Construcción*, vol. 22, núm. 214, Instituto de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC, octubre, Madrid, pp. 51-59.

_____ (1966), "Nave de montaje Volkswagen", *Informes de la Construcción*, vol. 18, núm. 177, Instituto de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC, enero-febrero, Madrid, pp. 84-100.

Candela, Félix, *En defensa del formalismo y otros escritos*, Bilbao, Xarait, 1985.

_____ (1959), "Carta enviada a la revista *Arquitectura*", *Arquitectura*, año II, núm. 10, octubre, Madrid.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, "México", en Henry Vicente Garrido (ed.), *Arquitecturas desplazadas. Arquitectura del exilio español*, Madrid, Ministerio de Vivienda, 2007.

Escrig, Félix, y José Sánchez, "La bóveda de hormigón del Club Táchira en Caracas", *Informes de la Construcción*, vol. 57, núm. 499-500, CSIC, sep-oct/nov-dic., Madrid, 2005.

Faber, Colin (1963), *Candela: The Shell Builder*, Reinhold Publishing Corporation, Nueva York.

González Pendás, María, "Geometría extensiva también como proyecto político: la relación entre España y Latinoamérica en el ideario de Félix Candela", en *Miradas cruzadas, intercambios entre Latinoamérica y España en la arquitectura española del siglo XX. Actas del Congreso Internacional Pamplona, 13/14 marzo*, Pamplona, T6 Ediciones/ETSA-Universidad de Navarra, 2008.

Informes de la Construcción, vol. 18, núm. 177, oct., Madrid, pp. 84-100.

Informes de la Construcción, vol. 22, núm. 214, oct., Madrid, pp. 51-59.

Loomis, John A., *Revolution of Forms. Cuba's Forgotten Art Schools*, Nueva York, Princeton Architectural Press, 1999.

Moreyra Garlock, María E. y David P. Billington, *Félix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist.* Princeton University Art Museum/Yale University Press, Princeton, 2008.

Páez, Rafael Gerardo, "Edificaciones con paraboloides hiperbólicos. La obra de Félix Candela en México y de Álvaro Coto en Venezuela", *Tecnología y Construcción*, vol. 27-1, IDEC-FAU-Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2011, pp. 55-70.

_____ (2013), "Fundamentos geométricos de las superficies de parábolas invertidas. Caso de Estudio: Parámetros comparativos del paraboloide hiperbólico, la silla de mono de una cola y la silla de mono de dos colas", Tesis Doctoral, Caracas, FAU-Universidad Central de Venezuela, 2013, junio, 413 pp.

Vicente, Henry (2010), "Traspasar de nuevo las fronteras. Félix Candela: de Cubiertas Ala en Latinoamérica a Cubiertas Ala en Venezuela", en Del Cueto, Juan I., *Félix Candela 1910-2010*, Madrid, 2010.

Cubiertas Ala Argentina S.R.L. La estela de Félix Candela en Córdoba

Gonzalo Fuzs

En 1960 el ingeniero civil Jorge Oscar Guevara (1930-2018) llegó a Córdoba, después de una estadía de cinco años en Estados Unidos y decidió formar, junto a Miguel Ángel Yadarola (1930) y Rodolfo Francisco Arinci (1930), la empresa Inconas (Ingenieros Consultores Asociados). Inmediatamente después, consiguieron la representación para Argentina de Cubiertas Ala, la empresa fundada en México por el arquitecto Félix Candela (1910-1997) para el diseño, cálculo y ejecución de estructuras laminares de concreto armado.

Es así como durante la década de los años sesenta realizaron algunas obras que se insertan en la problemática de la experimentación estructural resultante de la colaboración de ingenieros y arquitectos, asociada a la preocupación sobre el espacio arquitectónico que, según Liernur, tuvo lugar en ese periodo.[1]

Este texto pretende echar luz acerca de esta representación en Argentina de Cubiertas Ala, las circunstancias que rodearon su accionar los pocos años que operó, y de la circulación de la figura de Félix Candela en el país, cuestiones que no han sido estudiadas hasta el momento. Asimismo, parece interesante indagar sobre la operatoria utilizada por la empresa mexicana, con sus representantes en el exterior, en su etapa de plena expansión internacional, teniendo en cuenta que los procesos que permitieron a una empresa argentina de provincia, como lo era Inconas en sus comienzos, vincularse a una empresa mexicana de reconocida trayectoria deben entenderse en un contexto más amplio de circulación internacional de ideas y técnicos producto del auge del desarrollismo en Latinoamérica en la década de 1960. Esto, sumado al papel hegemónico que asumió Estados Unidos en la región, permite relacionar la emergencia, desarrollo y difusión de este tipo de experimentos estructurales con las políticas norteamericanas para América Latina que se afianzaron en ese periodo.

Cubiertas Ala y el panorama argentino

Hacia 1950, los hermanos Antonio, Félix y Julia Candela fundaron, junto a los arquitectos Fernando y Raúl Fernández Rangel, la empresa Cubiertas Ala, en México. Para comienzos de la década de los sesenta ya habían cubierto más de 300 obras con *cascarones* –la mayor

[1] Liernur, Francisco, *Arquitectura en la Argentina del siglo XX. La construcción de la modernidad*, FNArtes, Buenos Aires, 2001, p. 317.

parte con base en el desarrollo de paraboloides hiperbólicos en concreto armado– y alcanzado reconocimiento mundial con algunas de ellas, como el Pabellón de Rayos Cósmicos (1951), la Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa (1953), el Restaurante Los Manantiales (1958), la Capilla de Palmira (1959) y la Planta Embotelladora Bacardí (1960). Asimismo, habían afianzado su expansión internacional abriendo sucursales de Cubiertas Ala en Guatemala y Venezuela, a la vez que proyectaban obras en Colombia, Cuba, Puerto Rico y Perú.[2] En esa época, Félix Candela era una figura ampliamente reconocida: profesor de Construcciones, en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desde 1953, ya había dado conferencias en Harvard o el Massachusetts Institute of Technology (MIT) incluso, en 1961, había recibido el premio Auguste Perret durante el congreso de la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), celebrado en Londres alrededor del tema "Nuevas Técnicas y Nuevos Materiales".[3]

¿Pero cuál era el panorama en Argentina en general, y en Córdoba en particular, con respecto al conocimiento y desarrollo de las estructuras laminares de concreto armado y más específicamente a los paraboloides hiperbólicos? Según Liernur, a principios de los sesenta una estrecha vinculación entre arquitectos e "ingenieros imaginativos", estimulados por la difusión de la arquitectura brasileña, permitió los experimentos estructurales con concreto armado característicos del periodo, especialmente en lo que se refiere a ensayos con paraboloides o tensados.[4] En un artículo para *Nuestra Arquitectura*, de 1957, Marina Waisman veía como una novedad la adopción en el lenguaje arquitectónico del momento de las "cubiertas curvas de livianas estructuras", asociándolo a la progresiva eliminación del plano en pos del espacio como principal preocupación arquitectónica.[5] Esta entrada del espacio como tema había formado parte de los debates de la década de 1950 reforzados, como señala Liernur, por las visitas a la Argentina de Pier Luigi Nervi y Bruno Zevi. Si el primero asociaba la continuidad de las formas estructurales a una necesaria síntesis entre arquitectura e ingeniería, posible de concretarse a través de ensayos experimentales, el segundo reafirmaba el papel central del espacio en la concepción arquitectónica.[6]

Uno de primeros que se ocupó de estudiar los paraboloides hiperbólicos en Argentina fue el ingeniero Atilio Gallo, autor del cálculo estructural de la cubierta de madera que el arquitecto Eduardo Catalano diseñó para su casa en Raleigh (Estados Unidos, 1954), fue docente, a partir de su creación en 1956, de la cátedra de Diseño Estructural de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) sede Rosario, y profesor de Estabilidad de las Construcciones en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (FAU-UBA), donde fue director editorial de la revista *Parábola*.

Su libro *Diseño de Estructuras*, que explicaba el cálculo de diferentes tipos de cáscaras de concreto armado, incluidos los paraboloides, estaba destinado a dotar al estudiante de arquitectura de una "intuición" estructural, al

[2] Del Cueto Ruiz-Funes, J.I., *Arquitectos españoles exiliados en México*, Bonilla Artigas Editores, México, 2014, p. 296.
[3] El propio Candela desconocía quiénes lo habían propuesto al premio, aunque pensaba que habían sido "los italianos; posiblemente Bruno Zevi". Véase al respecto Ramírez Dampierre, Fernando, "Temas del Momento: Félix Candela", *Arquitectura*, núm. 30, jun. 1961.

[4] Liernur, *op. cit.*
[5] Waisman, Marina, "El lenguaje arquitectónico actual", *Nuestra Arquitectura*, núm. 337, dic. 1957, p. 36.
[6] Liernur, *op. cit.*

vincular la imaginación creadora a los conocimientos teórico-prácticos, como modelos a escala, y al reconocer como fuentes de inspiración tanto las formas geométricas como las naturales. En el texto se preguntaba: "¿Puede alguien dudar que el espíritu de una época se refleja en sus estructuras?".[7]

Las nuevas estructuras requerían nuevos métodos de cálculo. En ese sentido, dado que se comenzaba a considerar que la resistencia de las cáscaras proviene de su forma, se hizo necesario, cada vez más, la verificación con modelos a escala que recrearan las condiciones a las que estas estructuras se veían sometidas. En este contexto, el paso del cálculo puro a la comprobación empírica necesitó de la creación de laboratorios de ensayos estructurales y de instituciones que financiaran dichas pruebas, como también de investigadores y docentes que las llevaran a cabo.

Es importante mencionar a José Néstor Distéfano (1931-1975), ingeniero civil marplatense recibido en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UNL, sede Rosario, y creador del Instituto de Mecánica Aplicada y Estructuras (IMAE) en la misma casa de estudios, quien llevó a cabo un programa de investigación sobre paraboloides con el financiamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de empresas privadas, entre 1962 y 1964.

Distéfano, que previamente había sido director del Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur (UNS) en Bahía Blanca, construyó en esa ciudad los primeros paraboloides hiperbólicos del país (entre 1956 y 1959) para luego perfeccionarse en Italia e Inglaterra antes de crear el IMAE. Dicho ingeniero, que conocía el trabajo de Candela, era consciente de las limitaciones de la teoría para el desarrollo de este tipo de estructuras y, al ver que los ensayos respondían generalmente a necesidades específicas de proyecto, se dedicó a perfeccionar un método de análisis estructural en laboratorio, basado en modificar ciertas condiciones de una misma estructura (por ejemplo su contorno) para estudiar su comportamiento elástico.[8] Proyectó y calculó un gran número de estructuras entre las que se destacan la cubierta colgante del Club Estudiantes de Bahía Blanca, un paraboloide hiperbólico de planta romboidal para el Club Leones de Córdoba, uno tipo paraguas para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y las estructuras del cementerio de Mar del Plata (proyecto de Baliero y Córdova).

Publicaciones

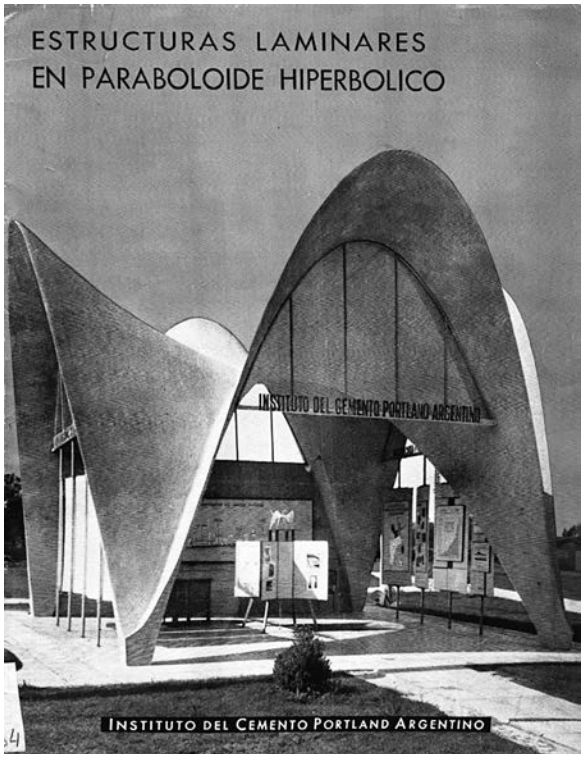
Si bien es significativa la ausencia de referencias a la obra de Candela en las revistas de arquitectura argentinas hasta entrados los sesenta, *Nuestra Arquitectura* publica algunos artículos que hacen mención a las bóvedas cáscara y los paraboloides. En un artículo de 1953 apareció una foto del Pabellón de los Rayos Cósmicos, asociando el proyecto de la Ciudad Universitaria de México a las "últimas tendencias de la moderna arquitectura",[9] pero recién en 1961, a raíz de un viaje que hiciera el arquitecto Mauricio Repossini para invitar al arquitecto español a dictar un curso en la FAU-UBA,[10] se publicó una entrevista, acompañada de planos y fotos de la planta

[7] Gallo, Atilio, *Diseño de Estructuras*, Buenos Aires, C. Estudiantes de Arquitectura, 1961, p. 47.

[8] Distéfano, J. N, Brebbia, C, "Influencia de las condiciones de borde en el comportamiento elástico de un paraboloide hiperbólico", *IX Jornadas de Ingeniería Estructural*, Montevideo 1964. Actas, Instituto de Estática, Montevideo, 1965. <www.hyperbolicparaboloid.org>.

[9] *Nuestra Arquitectura*, núm. 292, nov. 1953, p. 209.

[10] No hemos podido corroborar que dicho curso se haya dictado.



Estructuras Laminares en Paraboloide Hiperbólico, Instituto del Cemento Portland Argentino, Buenos Aires, 1963.

embotelladora de Bacardí, en Cautitlán, Ciudad de México.

Repossini (que además de redactor de la revista era profesor de la mencionada Facultad) presentaba a Candela no como un teórico, sino como un "constructor" equiparándolo a Nervi.[11] También en 1961 el Instituto de Arte Americano (IAA) de la FAU-UBA publicó el libro sobre Candela de Félix Buschiazzo, el décimo de una serie destinada a ofrecer biografías de arquitectos vinculados con el desarrollo de la arquitectura contemporánea en América[12] la que, según Liernur, formó parte de la renovación y construcción del relato sobre la arquitectura moderna argentina que se dio en esos años motivados, en cierta forma, por la emergencia en 1959 del Instituto Interuniversitario de Historia de la Arquitectura, reunido en Córdoba en torno de la figura de Enrico Tedeschi.[13]

En 1962 aparece publicado por la Editorial Universitaria de Buenos Aires el libro de Catalano *Estructuras de superficies alabeadas. Combinaciones de paraboloides hiperbólicos*, que era la traducción al castellano de sus clases en la North Carolina State University y el MIT e incluía referencias a Candela.[14] En 1963 el Instituto del Cemento Portland Argentino publica un folleto titulado "Estructuras Laminares en Paraboloide Hiperbólico" con el objeto de efectuar "una positiva contribución para el desarrollo en nuestro medio de la construcción de estructuras delgadas, y una valiosa herramienta de consulta en la mesa de trabajo de los proyectistas".[15]

El texto, una traducción autorizada del ensayo del ingeniero Alfred Parme "Elementary analysis of hyperbolic paraboloid shells", publicado por la *Portland Cement Association* (PCA) de los Estados Unidos,[16] tenía por objeto poner el cálculo de estas estructuras al alcance de los profesionales no especializados y presentaba tanto obras ejecutadas en Norteamérica[17] como realizadas en Argentina, in-

[11] *Nuestra Arquitectura*, núm. 376, mar. 1961, pp. 42-44.

[12] La serie completa "Arquitectos Americanos Contemporáneos", dirigida por Mario Buschiazzo, estuvo dedicada a: Amancio Williams, Eduardo Catalano, SOM, Lucio Costa, Paul Rudolph, Félix Candela, Bresciani-Valdéz-Castillo-Huidobro, Eladio Dieste, SEPRA, Mario Roberto Álvarez, Eero Saarinen y Philip Johnson. Zimmerman, J. N. y M. Buschiazzo y la "arquitectura americana contemporánea" (1955-1970).

[13] Liernur, *op. cit*., p. 283.

[14] El libro en inglés *Structures of warped surfaces: combinations of units of hyperbolic paraboloids* fue editado en 1958 por la School of Design de la NCSU.

[15] *Estructuras Laminares en Paraboloide Hiperbólico*, Buenos Aires, Inst. del Cemento Portland Argentino, 1963, p. 1.

[16] El mismo texto fue publicado en España en *Informes de la Construcción*, vol. 13, núm 130, abril de 1961. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>.

[17] Incluía fotos de la Iglesia episcopal de San Edmundo, en Wisconsin, y del edificio de Texas Instruments, en Dallas,

cluido el *stand* construido por el mencionado instituto para la Exposición del Sesquicentenario de la Revolución de Mayo: una bóveda de arista de paraboloide con bordes libres y cuatros apoyos, muy similar, aunque de menor tamaño, a la que construiría Cubiertas Ala Argentina, en San Francisco, cinco años después.[18] Dicha exposición, montada en Buenos Aires en 1960, incluyó desde un domo geodésico de Buckminster Fuller hasta un pabellón inflable de Víctor Lundy, y presentó una serie de construcciones con cubierta de madera en paraboloide hiperbólico calculados por los ingenieros Gallo y Dodds.[19]

Córdoba

Ya a finales de los cincuenta, en Córdoba había un amplio conocimiento de este tipo de estructuras: se había presentado, en la FAU-UNC, una Tesis de Grado que incluía paraboloides como novedad.[20] La obra de Candela empezó a ser conocida a través de las revistas extranjeras como *Progressive Architecture,* que circulaban en el medio, a través de suscripciones, e incluso, a comienzos de los sesenta se estudiaba en la Cátedra de Historia de la Facultad, al tiempo que el libro de Colin Faber *Candela: the shell builder*, publicado en inglés en 1963, era material de consulta. En ese sentido fue importante la tarea desempeñada por el ingeniero Oscar Ferreras (1915-2015) vinculado a la enseñanza de las estructuras desde 1947 en la entonces Escuela de Arquitectura de la UNC y profesor Titular de la Cátedra de Estructuras I y II (denominada en ese momento Construcciones), así como lo realizado por el arquitecto Daniel Moisset de Espanés, docente de Estructuras II desde 1961.[21]

Ambos publicaron en 1965 el libro *Paraboloides Hiperbólicos* con los contenidos que venían enseñando, al considerar que constituían una de las formas estructurales que mayor interés despertaban en esa época en arquitectos e ingenieros, contribuyendo a ello su facilidad de construcción y la economía de materiales.[22] Moisset de Espanés, además, fue Secretario del Encuentro de Profesores de Estructuras y Arquitectura del Cono Sur, que se realizó en Córdoba en julio de 1963, con la presidencia de Atilio Gallo.[23] En medio de ese clima y alrededor de esa época se produjo en Córdoba un hecho que derivó en la creación de Cubiertas Ala Argentina:

> El que sí vino a Córdoba en esa época fue el socio de Candela y dio una conferencia en la FAU. Fue en un aula del tercer piso del cuerpo de adelante. Asistimos con el Ing. Ferreras. Para nosotros, que ya estábamos enseñando los paraboloides hiperbólicos de bordes rectos según lineamientos del Ing. Gallo, lo más novedoso fue la explicación de los paraboloides de bor-

también en los Estados Unidos, en cuyos diseños estructurales Candela había participado.

[18] No se ha podido precisar quién proyectó dicho *stand* que, luego de la exposición, fue demolido.

[19] Carlos A. Dodds calculó, además, para esa época, la estructura para el Centro Comercial de Caseros, cuyo *hall* central contenía cuatro paraboloides.

[20] Según Daniel Moisset, los alumnos estaban encandilados con este tipo de estructuras. Recuerda especialmente la tesis del arquitecto Abel Ramírez, presentada antes de 1960, que consistía en una estación terminal hecha con paraboloides hiperbólicos. Entrevista con el autor, 7 de mayo, 2019.

[21] Cátedra a la cual accede por concurso, al ganar el puesto al ingeniero Jorge Guevara, quien recién llegaba de Estados Unidos, y luego obtuvo la representación para Argentina de Cubiertas Ala.

[22] Ferreras, Oscar y Daniel Moisset de Espanés, *Paraboloides Hiperbólicos*, FAU-UNC, séptima ed., Córdoba, 1980, p. 1.

[23] Dicho encuentro contó con la participación de profesores de Argentina, Chile y Uruguay, entre los que se encontraba Wladimiro Acosta.

> des curvos. Este ingeniero mostró en detalle la geometría de uno, que si no era el restaurante de Xochimilco era uno muy parecido. Recuerdo también que nos llamó la atención que mostró como casual una propiedad geométrica de la parábola que nosotros enseñábamos desde siempre a los alumnos de la facultad para dibujar los diagramas de momentos flectores de las cargas uniformes.[24]

Inconas

Guevara, Yadarola y Arinci fueron compañeros de estudios en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), de donde egresaron como ingenieros civiles a principios de 1955. Inicialmente, Yadarola trabajó como constructor de obras civiles y eléctricas, comenzando su carrera docente en la UNC, en el departamento de Física de la FCFyN (desde 1956) y en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) donde fue profesor titular por concurso de Trabajos Preliminares (1958-1962).[25] Posteriormente ocupó cargos directivos en organismos representativos de la Ingeniería a nivel nacional e internacional, participó de los Comités de Educación destinados a mejorar la enseñanza de la disciplina en el país, fue editor de revistas especializadas y fundador de la Academia Panamericana de Ingeniería.

Arinci, por otra parte, llegó a ser profesor de Geodesia y Astronomía de Posición, en la Escuela de Agrimensura de la FCFyN y participó de la comisión, en 1973, para la creación del Instituto de Estudios Superiores de Agrimensura. Guevara, por su parte, siempre se desempeñó en el ámbito privado ocupando cargos de director en Inconas y Cubiertas Ala Argentina.[26]

Desde su fundación, Inconas se estableció en Córdoba dedicado a prestar servicios de ingeniería y consultoría. Con los años abrió una sede en Buenos Aires y llegó a ser una de las más importantes empresas argentinas en su rubro, trabajando en centrales hidroeléctricas, líneas de alta tensión, estudio de cuencas hídricas, obras viales, ferroviarias y grandes unidades habitacionales. Participó en obras emblemáticas, como la extensión de la Línea D de subterráneos de Buenos Aires y el Complejo Hidroeléctrico Salto Grande, integrando en 1973 el consorcio internacional que lo proyectó y ejecutó.

Al inicio de la actividad de Inconas, sus socios decidieron diversificar la oferta de servicios y montaron una empresa constructora paralela a la consultora. Para ello realizaron un convenio de asistencia técnica que les permitía utilizar en el país el nombre de Cubiertas Ala. El acuerdo se concretó a partir de una conferencia dictada en la FAU-UNC por algún miembro de la empresa mexicana, entre fines de 1960 y octubre de 1963, lo que implica que existía un trabajo de difusión realizado por la oficina de Candela que venía a reforzar el ya existen-

[24] Daniel Moisset de Espanés. Entrevista con el autor, 7 de mayo, 2019. No se ha podido precisar quién dio la conferencia en Córdoba. Tanto Yadarola como Arinci aseguran que Guevara les comunicó haberse entrevistado personalmente con Félix Candela luego de la conferencia. Sin embargo, Moisset de Espanés asegura haber asistido a la misma y que fue dictada por un socio de Candela, del cual no recuerda el nombre.

[25] Materia que proporcionaba a los estudiantes de arquitectura conocimientos generales de ingeniería referidos a la hidráulica, electricidad, mensura, entre otros. Se dictó durante el decanato de Jaime Roca, eliminándose de la currícula posteriormente.

[26] En 1961, recién llegado de Estados Unidos, Guevara rindió concurso en la FAU-UNC para un cargo en la Cátedra de Construcciones II, cuyo titular era Ferreras, cargo que ganó Moisset de Espanés. Daniel Moisset de Espanés, entrevista con el autor, 7 de mayo, 2019.

Sede de la Sociedad La Ganadera, San Francisco, Córdoba, Argentina, Arq. Macchieraldo, 1964. Foto: Archivo Macchieraldo.

te a través de las publicaciones que circulaban en el medio. Guevara, que asistió a dicha conferencia y logró la firma del convenio los días posteriores a la misma, conoció la obra del arquitecto español durante su estancia en Estados Unidos, en la segunda mitad de la década de los cincuenta, donde Candela gozaba de amplio reconocimiento, a raíz de su asistencia a congresos y universidades y por realizar la consultoría estructural de varias obras.

Aunque Candela comenzó a publicar en Estados Unidos en 1951, en la revista del *American Concrete Institute* (ACI), institución de la que fue socio desde 1948, su relación con el país del norte tomó gran impulso a partir de su ponencia en el Congreso sobre Estructuras Laminares de Concreto que se celebró en el MIT en 1954. Dicha conferencia, "El cascarón como delimitador del espacio" (*The shell as Space Encloser*), que implicó la inclusión del tema del espacio asociado a la inventiva estructural, significó la irrupción de Candela en el ambiente estructural norteamericano y el comienzo de la posterior difusión de su obra en Latinoamérica.[27]

Cubiertas Ala Argentina s.r.l.

En junio de 1964 el arquitecto Rafael Macchieraldo (1935), egresado dos años antes de la FAU-UNC, donde fue alumno de Yadarola, se encontraba proyectando en San Francisco, ciudad ubicada 200 km al este de Córdoba, la sede de "La Ganadera", un pequeño edificio de oficinas administrativas, para una sociedad destinada a la venta de ganado, que previó cubrir con tres paraguas de concreto armado. Enterado que los socios de INCONAS tenían la representación para Argentina de Cubiertas Ala, decidió convocarlos para el cálculo de dicha estructura, iniciándose así una colaboración que continuó en dos obras más: la Concesionaria Angeletti y el Pabellón de Exposiciones de la Rural de San Francisco.

¿Pero, cómo funcionaba la sucursal Argentina de Cubiertas Ala y en qué consistió el acuerdo de la empresa mexicana con la filial sudamericana? En principio la filial local era "Representante exclusivo del Arq. Félix Candela y de Cubiertas Ala S.A. de México" como rezaban las hojas membretadas usadas por la empresa cordobesa,[28] sin embargo, como relata Arinci: "creo que más que una representación del arquitecto Félix Candela, lo que hubo fue más bien un convenio de asistencia técnica por parte de su estudio y la posibilidad de usar el nombre de su empresa, especificándolo y diferenciándolo por la nacionalidad".[29]

El acuerdo comercial implicaba el pago de un porcentaje del monto de obra que podía variar según el proyecto se realizara en México o en Córdoba, estipulando el correspondiente a las revisiones estructurales de la casa cen-

[27] Para una profundización de la relación de Candela con Estados Unidos, ver: Giral, Ángela, "Félix Candela en los Estados Unidos", *Bitácora Arquitectura*, núm. 23, nov. 2011, pp. 48-57.

[28] Carta del ingeniero Guevara al arquitecto Macchieraldo, 12 de diciembre, 1964. Archivo Arq. Macchieraldo.

[29] Rodolfo Francisco Arinci, comunicación con el autor, 25 de mayo, 2019.

tral en el segundo caso. Sin embargo, por los inconvenientes para enviar internacionalmente sumas de dinero, sumado a la confianza generada tras comprobar que la filial argentina era capaz de lograr cierta autonomía, estos requerimientos disminuyeron hasta desaparecer por completo, aunque se siguió informando a México de cada proyecto ejecutado en Argentina. "En principio, para que nos tuviera fe hicimos revisar por él lo que hacíamos, y después ya directamente sin necesidad de eso, le comunicábamos que estábamos haciendo tal proyecto, le mandábamos los datos y nunca hizo falta que le mandáramos un centavo".[30] Además, el intercambio de planos por correspondencia entre México y Argentina no implicó viajes por parte de los profesionales de ambos países.

Una vez establecido el vínculo, con este sistema, Cubiertas Ala Argentina diseñó, calculó y, en algunos casos, ejecutó una serie de obras, generalmente en colaboración con estudios de arquitectura como era habitual por la empresa mexicana, desde 1964 hasta fines de la década. Como el éxito de su propuesta estaba basado en la optimización del material y la mano de obra, se presentaron, como constructora, en licitaciones de proyecto y precio.[31]

Para captar clientes realizaron material gráfico de difusión en el que explicaban a los interesados las características y ventajas del "sistema Candela" aplicado al medio local: "Las Cubiertas Ala son estructuras de hormigón armado livianas e indeformables de amplias luces, cubiertas con paraboloides hiperbólicos, cuyo sistema constructivo permite su ejecución a precios competitivos con cualquier sistema, aún los de baja calidad".[32]

Dicho folleto, que incluía una foto de la Iglesia Episcopal de San Edmundo, en Wisconsin Estados Unidos (1957), proyectada por el arquitecto William P. Wenzler en colaboración con Candela, una de las primeras cubiertas de concreto armado en paraboloides hiperbólicos de Estados Unidos, ofrecía un muestrario de elementos estructurales que por combinación o variación permitían amplias posibilidades para cubrir grandes superficies. Candela pensaba que estos "tipos" estructurales destinados a "lograr belleza por medios sencillos" debían ser fáciles de calcular y construir, requerir poco material, adoptar formas flexibles y poseer cierta capacidad combinatoria que les permitiera adaptarse a diversas disposiciones de planta.[33]

Así, Cubiertas Ala Argentina ofreció desde un elenco de "paraguas" de planta cuadrada, rectangular o hexagonal, hasta bóvedas por arista o diferentes combinaciones de cuadriláteros alabeados. Todas las obras de Cubiertas Ala Argentina que se construyeron en distintas localidades de la provincia de Córdoba siguiendo este criterio pueden dividirse en tres grandes grupos de acuerdo al tipo de estructura utilizado: paraguas, bóvedas de arista y segmentos de paraboloides.

Paraguas

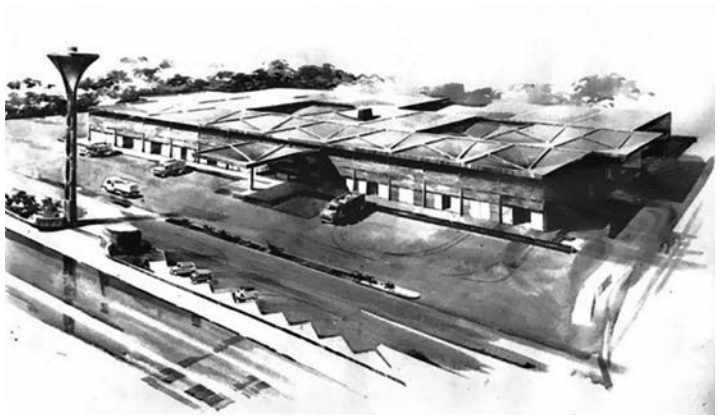
Era el tipo estructural por el que Candela sentía mayor predilección desde que Cubiertas

[30] Miguel Ángel Yadarola, entrevista con el autor, 2 de mayo 2019.
[31] De este modo realizaron la Terminal de autobuses, de La Falda, una concesionaria de automóviles en Cruz del Eje, e incluso la ampliación del puente Avellaneda, en la ciudad de Córdoba, donde a pesar de haber salido segundos en precio, la ganaron porque su proyecto planteaba una estructura en arcos de concreto armado que copiaba el perfil del puente contiguo, hecho que fue bien considerado por el jurado. Yadarola, *ibidem.*

[32] Cubiertas Ala Argentina, material de difusión, plano núm. 1. Archivo Arq. Macchieraldo.
[33] Candela, Félix, "Arquitectura y estructuralismo", *Arquitectura*, núm. 59, nov. 1963, p. 24.

Ala empezó a desarrollarlos en 1952. Simple de ejecutar y sencillo de calcular, lo consideraba un elemento útil, económico y alejado de todo alarde estructural. Basado en cuatro segmentos de paraboloides de bordes rectos con una columna central, podía cubrir hasta 200 m² por unidad. Agrupados, permitían diferentes opciones de ventilación de acuerdo a cómo se les dispusiera: en desnivel, elevando unos con respecto a otros, o en diente de sierra, inclinándolos un determinado ángulo, fue el tipo estructural que Cubiertas Ala Argentina utilizó más frecuentemente.[34] Una de sus primeras obras fueron dos paraguas de no más de 3 m de altura, 4 cm de espesor y sección cuadrada en un par de lotes que INCONAS poseía en el Barrio Marqués de Sobremonte, sector residencial de clase media en la ciudad de Córdoba.

El objetivo fue, por un lado, comprobar a escala real cómo se comportaba uno de los tipos estructurales que formaba parte del elenco ofrecido por la empresa, y por otro, servir de prototipo para un posible desarrollo de los mismos como cubierta de viviendas unifamiliares, como rezaba el material promocional que habían elaborado.[35] Generalmente aplicados a la arquitectura industrial, el propio Candela había incursionado en su utilización para vivienda sin demasiado éxito. Variando su forma, inclinación y posibilidad combinatoria, Cubiertas Ala logró con el uso de los paraguas conformaciones de gran riqueza espacial, como la Iglesia de la Medalla Milagrosa, de 1954, en México.



Mercado de Abasto de Villa María, Córdoba, Argentina, arquitectos Kunzle, Sabattini, Linares, 1966-68. Perspectiva exterior (dibujo de Jorge Linares). Foto: Archivo Macchieraldo.

Por la posibilidad de reutilizar su cimbra y el poco material requerido para su cimentación (un paraguas invertido más pequeño) era especialmente indicado para cubrir grandes superficies. Es así como, en la segunda mitad de la década de 1960, Cubiertas Ala Argentina diseña y calcula las cubiertas para los Mercados de Abasto, de Río Cuarto y Villa María, proyectos de los arquitectos Santiago Kunzle, Luis Hipólito Sabattini y Jorge Linares, con criterios similares a los utilizados por la sede central de la empresa, en la serie de mercados realizados entre 1955 y 1957, con proyectos de los arquitectos Pedro Ramírez Vázquez y Rafael Mijares.[36]

En el Mercado de Río Cuarto, la solución adoptada para cubrir los 3750 m² es colocar seis tiras transversales, cada una de las cuales está compuesta por dos paraguas centrales y dos medios paraguas laterales. Esto supuso dividir el espacio en tres "naves" iguales de 16 m de ancho con dos ejes de columnas en el

[34] Con este tipo estructural hemos constatado que realizaron las siguientes obras: Edificio La Ganadera, en San Francisco (Arq. Macchieraldo), Prototipo de vivienda en Barrio Marqués de Sobremonte (Córdoba), Mercado de Abasto de Villa María (arqs. Kunzle, Sabattini, Linares), Mercado de Abasto de Río Cuarto (arqs. Kunzle, Sabattini, Linares), Estación Terminal de Ómnibus, de La Falda.

[35] Dichos prototipos finalmente no prosperaron, sin embargo uno de ellos terminó finalmente transformándose en vivienda, a raíz de que el ing. José Peart, que trabajaba en INCONAS, compró a los socios uno de estos paraguas y construyó su propia vivienda debajo del mismo.

[36] Se trató de los mercados de Coyoacán, Anáhuac, Azcapotzalco y Jamaica, en la Ciudad de México.

Mercado de Abasto de Villa María, Córdoba, Argentina, Arqs. Kunzle, Sabattini, Linares, 1966-68. Estado actual. Fotos: Carlos Primo.

Estación Terminal de autobuses de La Falda, Córdoba, Argentina, 1965. Estado actual. Fotos: Gonzalo Fuzs.

sentido corto y seis en el sentido largo. Las tiras se separaron entre sí, obteniendo cinco fajas alargadas de iluminación cenital.

En Villa María, la solución es más compleja. Una superficie de 3 000 m² se cubrió con tres tiras longitudinales de paraguas, la central compuesta por ocho unidades y las laterales de siete, generando un desfasaje en planta. Estos 22 paraguas conforman cuatro "naves" de diferente ancho, dos centrales de 12 m y dos laterales de 4 m. A su vez, tres paraguas son más bajos que el resto, generando entradas de luz cenitales. En ambos casos, los perímetros fueron consolidados con mampostería, pero la diferente disposición de los tipos estructurales en cada caso hizo que en Río Cuarto los laterales fueran quebrados y en Villa María rectos.

Otra obra realizada con paraguas por Cubiertas Ala Argentina fue la Estación Terminal de La Falda, resuelta con cuatro grandes paraguas de sección rectangular, con las columnas descentradas, generando voladizos que permiten estacionar los buses, y siete paraguas de sección cuadrada y columnas centrales para el área comercial y administrativa, con entradas de luz laterales. Como el lote es triangular, los paraguas del área de andenes se fueron solapando para generar un perfil quebrado en planta. En alzado, también el perfil es quebrado, debido a que los bordes superan la línea horizontal y generan cúspides.

Bóveda por arista

La bóveda por arista de bordes curvos fue el tipo estructural que se utilizó para cubrir la

sala de ventas de la concesionaria de automóviles Angeletti. Por su complejidad, fue la única estructura de todas las realizadas por Cubiertas Ala Argentina que se proyectó, calculó y dibujó íntegramente en México.[37]

Este tipo estructural lo adoptó Candela por primera vez en 1955, junto a los arquitectos Enrique de la Mora y Fernando López Carmona, para cubrir la sala de remates de la Bolsa Mexicana de Valores, con cerchas rígidas de concreto armado en sus cuatro arcos perimetrales. Y fue perfeccionado por el mismo equipo en la Iglesia de San Antonio de las Huertas (1956-1962) donde, eliminando ya las cerchas de borde en las tres bóvedas de arista que formaban la nave principal de la iglesia, lograron una mayor sensación de ligereza y establecieron el tipo estructural que usarían luego en numerosas obras.[38]

En San Francisco, la forma estructural adoptada surgió, en parte, a un requerimiento del cliente: "Dodge y Chrysler le pedían que hiciera un edificio nuevo porque las concesionarias que había (Ford y Chevrolet) eran edificios viejos. El tipo quería tener algo realmente novedoso".[39] La bóveda cubrió un espacio de 20 x 12.50 m y ocupó una porción de lote rectangular, adelante de un galpón que formaba parte del proyecto pero que ya se había construido. Esto generó algunos inconvenientes en un primer momento, ya que Candela pretendía, para una mayor eficiencia estructural, que fuera de planta cuadrada, cosa que no fue posible debido a las preexistencias del lote: "Yo hago el planteo, se lo llevo a Yadarola y Guevara, se comunican con Candela y Candela les pide si puede ser de planta cuadrada, y yo les digo que no puede ser porque ya tenía estas paredes acá atrás". [40]

Concesionaria de automóviles Angeletti, San Francisco, Córdoba, Argentina, arq. Macchieraldo, 1964-1967. En construcción (arriba). Foto: Archivo Gráfico y Museo Histórico de San Francisco. Estado actual (abajo). Foto: Gonzalo Fuzs.

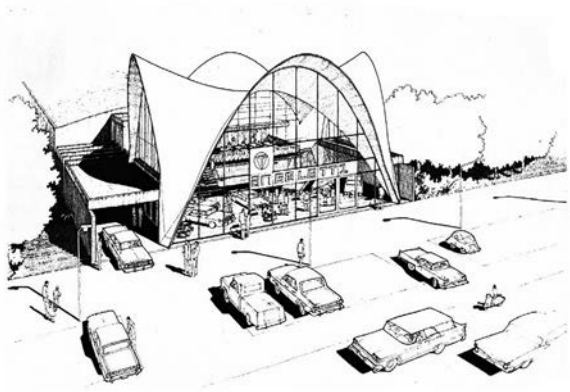
Esta situación, sumada a las características del suelo de la zona, obligó a la colocación de tensores subterráneos que unían los apoyos en diagonal y que luego fueron cambiados por tensores perimetrales debido a requerimien-

[37] Existen dos juegos idénticos de planos, compuestos de dos planos cada uno, fechados en julio y agosto de 1966, respectivamente, uno en poder del arquitecto Macchieraldo con el sello de CAA y el otro en el Fondo Candela del Avery Drawings & Archives Collections, Columbia University, firmado por Candela, a los que se pudo acceder por gentileza de Juan Ignacio del Cueto.

[38] López Carmona, Fernando y Xavier Guzmán Urbiola, "Evolución de los cascarones de concreto armado en México", en Del Cueto, Juan Ignacio (ed.), *Aquella primavera creadora...Cascarones de concreto armado en México*, México, UNAM, 2008, pp. 24-27.

[39] Rafael Macchieraldo, entrevista con el autor, 25 de abril, 2019.

[40] *Ibidem.*



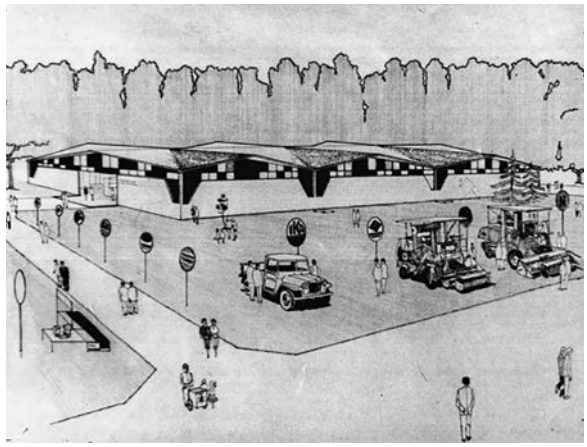
Concesionaria de automóviles Angeletti, San Francisco, Córdoba, Argentina, arq. Macchieraldo, 1964-1967. Perspectiva exterior, dibujo de Eberto Arrascaeta. Foto: Archivo Macchieraldo.

tos de obra. En el proyecto original, nunca terminado, la bóveda de 9 m de altura en el centro y 12 m en los bordes, presentaba superficies vidriadas en sus cuatro costados que dejaban ver un entrepiso administrativo balconeando hacia el área de exposición de automóviles generando una espacialidad totalmente inédita hasta ese momento en Argentina.

Segmentos de paraboloides

Este tipo estructural se basa, lo mismo que el paraguas, en cuatro segmentos de paraboloides, aunque a diferencia de aquel no posee columna central, sino que se organiza a partir de dos limatesas superiores (horizontales o inclinadas), teniendo el techo pendiente hacia cuatro columnas en las esquinas, lo que permite liberar de obstrucciones el espacio debajo de la cubierta. Probado en el edificio de la Texas Instruments Inc., en Dallas, Texas, con consultoría estructural de Cubiertas Ala, no fue un tipo estructural muy usado por la empresa mexicana.

Fue utilizado para cubrir el Pabellón de Exposiciones, en la Rural de San Francisco, con proyecto de Macchieraldo, quien convocó a Cubiertas Ala Argentina casi contemporáneamente a haberlo hecho para la concesionaria



Pabellón de Exposiciones, Sociedad Rural, San Francisco, Córdoba, Argentina, arq. Macchieraldo, 1964-1965. Perspectiva exterior (arriba). Dibujo: Archivo Macchieraldo. Estado actual (abajo). Foto: Diego Gramoy.

Angeletti. En dicho Pabellón, cubriendo una superficie de 1 875 m² se dispusieron tres estructuras de 25 x 25 m y 4 cm de espesor. En cada una de ellas las limatesas superiores se elevan 8 m del suelo, descendiendo el techo en los cuatro costados de cada una hasta los 4.30 m, donde culminan las columnas y se amarran los tensores perimetrales. Paños trapezoidales de concreto cubren los laterales hasta esa misma altura, dejando liberada el resto de la superficie de la fachada, para iluminación.

Este tipo estructural también se usó en Huerta Grande, con proyecto de Kunzle, Sabattini y Linares, para cubrir una estación de servicio (Figura 9). En este caso, colocaron una cubierta rectangular de 25 x 15 m y 6 m de altu-

Figura 9. Estación de Servicio en Huerta Grande, Córdoba, Argentina. Estado actual. Foto: Gonzalo Fuzs.

ra con tensores perimetrales. Separada de la misma, el área de surtidores se cubrió con dos paraguas.

Consideraciones finales

No hay certeza de cuándo dejó de operar Cubiertas Ala Argentina, aunque pareciera que a fines de los sesenta su actividad disminuyó debido al impulso que había tomado Inconas y a la decisión de sus tres socios de comenzar a realizar, por motivos económicos, estructuras convencionales de concreto armado. Con este nuevo criterio calcularon y ejecutaron edificios en altura, puentes de diversas escalas e incluso llegaron a cambiar su nombre por el de Ala Empresa Constructora[41] antes de cesar definitivamente su accionar.

En México, Cubiertas Ala continuó hasta 1976, aunque manejada por Antonio Candela, con Félix ya viviendo en Estados Unidos El descenso paulatino de su actividad había comenzado en 1964, cuando se produjo una modificación en los valores del salario afectando la viabilidad económica de las soluciones ideadas por Candela, las cuales requerían mucha mano de obra.

Incluso a nivel mundial, el auge de las estructuras laminares de concreto armado de la década de los sesenta dio paso, hacia finales de la misma, a un progresivo desarrollo de las estructuras metálicas, especialmente reticuladas, para cubrir grandes luces. En Córdoba, de gran tradición metalmecánica a partir de la radicación en la ciudad de la industria automotriz a mediados de los años cincuenta, esto se vio reflejado, entre otras cosas, por la actividad de empresas como Arpon, dirigida por el arquitecto Osvaldo Pons, que establecida en Arroyito y especializada en estereoestructuras, iniciaba su desarrollo orientado a la arquitectura industrial.

Cubiertas Ala Argentina no tuvo grandes volúmenes de obra, sin embargo, representó un momento muy particular en el contexto nacional y latinoamericano de experimentación estructural que vinculó a ingenieros y arquitectos en la década de los sesenta. En una época donde la hegemonía de Estados Unidos se consolidaba en la región, a partir del programa Alianza para el Progreso y su gravitación en relación a la circulación de técnicos e ideas era determinante. Los vínculos que la filial mexicana estableció en el resto de la región no pueden entenderse sin la difusión ejercida a partir de la irrupción de Candela en la escena norteamericana. Este hecho sumado a las condiciones materiales que hacían el sistema ofrecido por Cubiertas

[41] Esto se hizo para no vincular su actividad al concepto de "cubierta", que en Argentina se asocia a la membrana impermeable que se coloca encima de un techo. Yadarola, *op. cit.*

Ala especialmente apto para el contexto socio económico latinoamericano: facilidad de cálculo y ejecución, economía de materiales, mano de obra no especializada y versatilidad de adaptación a las diversas condiciones de proyecto, favoreció su adopción para cubrir los grandes equipamientos que irrumpieron en un contexto de radicación de capitales extranjeros y auge del desarrollismo en el sur del continente.

Agradecimientos

A Juan Ignacio del Cueto, Rafael Macchieraldo, Rodolfo Arinci, Miguel Angel Yadarola, Noemí Goytía, Daniel Moisset de Espanés, Carlos Primo, Diego Gramoy, Sebastián Malecki, Guillermo Wieland y Arturo Alberto Bienedell, quienes, de una u otra manera, colaboraron en este trabajo.

Bibliografía

Candela, Félix, "Arquitectura y estructuralismo", *Arquitectura*, núm. 59, nov. 1963.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, *Arquitectos españoles exiliados en México*, México, UNAM/ Bonilla Artigas Editores, 2014.

_____, *Cascarones de Candela*, FA-UNAM, México, 2016.

_____, *Guía Candela*, Arquine, México, 2013.

Distéfano, J. N., Brebbia, C., "Influencia de las condiciones de borde en el comportamiento elástico de un paraboloide hiperbólico", *IX Jornadas de Ingeniería Estructural, Montevideo 1964, Actas, Instituto de Estática, Montevideo 1965.* <www.hyperbolicparaboloid.org>.

Estructuras Laminares en Paraboloide Hiperbólico, Instituto del Cemento Portland Argentino, Buenos Aires, 1963.

Ferreras, Oscar y Moisset de Espanés, Daniel; *Paraboloides Hiperbólicos*, FAU-UNC, séptima edición, Córdoba, 1980.

Gallo, Atilio, *Diseño de Estructuras*, Centro de Estudiantes de Arquitectura, Buenos Aires, 1961.

Giral, Ángela, "Félix Candela en los Estados Unidos", *Bitácora Arquitectura*, núm. 23, nov. 2011.

Informes de la Construcción, vol. 13, núm. 130, abril de 1961. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>.

Liernur, Francisco, *Arquitectura en la Argentina del siglo XX. La construcción de la modernidad*, Fondo Nacional de las Artes, Buenos Aires, 2001.

López Carmona, Fernando y Xavier Guzmán Urbiola, "Evolución de los cascarones de concreto armado en México", en Del Cueto, Juan Ignacio (ed.), *Aquella primavera creadora...Cascarones de concreto armado en México*, UNAM, México, 2008.

Nuestra Arquitectura, Madrid, núm. 292, nov. 1953, p. 209.

_____, núm. 337, dic. 1957, p. 36.

_____, núm. 376, mar. 1961, pp. 42-44.

"Temas del Momento: Félix Candela", *Arquitectura*, Madrid, núm. 30, jun 1961.

Archivos

Archivo Arquitecto Rafael Macchieraldo

Archivo Gráfico y Museo Histórico de San Francisco

Fondo Candela, Avery Drawings & Archives Collections, Universidad de Columbia, Nueva York

Entrevistas

Entrevista al arquitecto Rafael Macchieraldo, por Gonzalo Fuzs, 25 de abril de 2019, San Francisco, Córdoba, Argentina.

Entrevista al ingeniero Miguel Ángel Yadarola, por Gonzalo Fuzs, 2 de mayo de 2019, Córdoba, Argentina.

Entrevista a los arquitectos Noemí Goytía y Daniel Moisset de Espanés, 7 de mayo de 2019, Córdoba, Argentina.

Comunicación con el ingeniero Rodolfo Arinci, del 25 de mayo de 2019.

La estela de Félix Candela en Colombia

Jorge Galindo Díaz

Introducción: tempranas relaciones de Félix Candela con arquitectos e ingenieros colombianos

La primera visita del arquitecto Félix Candela a Colombia tuvo lugar en los primeros meses de 1956, gracias a la invitación que le hicieron desde el Centro Interamericano de Vivienda (Cinva)[1] con el fin de conocer sus puntos de vista acerca de la manera en que era posible optimizar el uso del hormigón en beneficio de viviendas económicas. A esta invitación se sumó la Sociedad Colombiana de Arquitectos, organizando una mesa redonda en la Biblioteca Nacional, en Bogotá, alrededor del tema "Cubierta de vivienda económica, costos y producción", en la que participaron también los ingenieros Raúl Ramírez y Guillermo González Zuleta, además de los arquitectos Rafael Suárez, Hernando Vargas Rubiano y Álvaro Ortega.

De estos profesionales colombianos, Ortega era con el único con quien Candela había tenido previo contacto personal, a raíz de que ambos habían coincidido en Boston dos años antes, durante el primer encuentro académico relacionado con la construcción de estructuras laminares en el mundo, organizado por el mit, en donde se tuvo la presencia de importantes conferencistas de diversas nacionalidades.[2]

Como promoción a esta visita de Candela a Bogotá, la revista colombiana *El Arquitecto* incluyó en su número de mayo de ese año un artículo[3] que hacía un elogio de su figura y de su obra, además de una entrevista en donde él mismo manifestaba: "Debo aclarar en primer lugar que, aunque soy arquitecto por educa-

[1] El CINVA había sido creado en 1952, gracias al auspicio de la OEA, la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto de Crédito Territorial, constituyéndose "en el órgano más importante del hemisferio occidental en cuanto a enseñanza, investigación, intercambio, divulgación y asesoría práctica en los ramos de la vivienda, el urbanismo y la construcción". Acebedo, Luis Fernando, "El cinva y su entorno espacial y político", *Mímesis*, 24 (1), 2003, p. 60.

[2] En una de las ponencias del evento, la que presentaron Billner y Zollman, se mostraron con detalle las experiencias adelantadas por el primero de ellos en Bogotá, de la mano del arquitecto colombiano Álvaro Ortega, haciendo uso de la novedosa técnica de hormigón curado al vacío para la construcción de membranas de cubierta, tanto en proyectos de vivienda popular como de edificios industriales. Billner, K. P. y Zollman, C., "Precast Thin-Shell Construction". En: *Proceedings of a Conference on Thin Concrete Shells ad MIT*, Cambridge, MIT, 1954, pp. 111-117.

[3] Martínez, Carlos, "Félix Candela en Bogotá", *El arquitecto*, 19, 1956, p. 6.

ción, mi actividad profesional es la de constructor o contratista de obras y, por lo tanto, mis preocupaciones sobresalientes son por lo general de tipo económico".

En efecto, aprovechando su paso por Colombia, y además de los intercambios académicos, Candela entró en contacto con profesionales locales interesados en contratar sus servicios como ingeniero calculista, ejemplo de ello es una carta del ingeniero barranquillero Julio Muvdi, dirigida a Candela en 1956, donde buscaba formalizar el convenio verbal al que habían llegado "sobre el cálculo de bóvedas de membrana", de manera que tanto Muvdi como su socio Elberto González tendrían la exclusividad de los servicios de Candela para el norte del país (Muvdi 1956). Como forma de pago, Candela recibiría un 3% del valor de las estructuras construidas y el 50% de los honorarios si se trataba solo de labores de diseño o consultoría.

A manera de respuesta, dos semanas más tarde, el propio Candela (1956) enviaba a Muvdi y González una minuta de contrato en papelería de "Cubiertas Ala" en donde especificaba que:

> El "Arquitecto" [Félix Candela] se compromete a proyectar, ejecutando los planos necesarios y a proporcionar su asistencia técnica –con carácter exclusivo para los departamentos colombianos de la costa atlántica, Córdoba, Bolívar, Atlántico y Magdalena– en las estructuras laminares o cascarones de concreto que le sean encomendadas por "Los ingenieros" [Muvdi y González] para su ejecución por contrato en dichos departamentos colombianos, y a no aceptar trabajos de la misma índole que le sean encomendados por otras empresas o entidades colombianas para su ejecución en los citados departamentos.

En palabras del propio Candela, los términos contractuales establecidos con Muvdi y González eran los mismos que él había fijado anteriormente con la "Compañía Constructora Velman", de Caracas, Venezuela, negándose además a realizar cálculos para otras empresas en vista de los problemas que implicaba asumir responsabilidades técnicas sin estar al frente de los trabajos de construcción.

No se tiene registro acerca de los frutos profesionales de la asociación de Candela con Muvdi y González, aunque no parece coincidencia que entre 1964 y 1966 se construyera en Barranquilla la sinagoga Bet-El de la comunidad judía Askhenazi, cuya cubierta se forma partir de un paraboloide hiperbólico apoyado en tres puntos, en una clara respuesta a las condiciones climáticas locales. El proyecto arquitectónico estaba firmado por la firma "Arcos Ltda.", una sociedad formada por los arquitectos Roberto Acosta Madiedo e Israel Schwartz; el cálculo estructural era del ingeniero Elberto González (Bell 2005).

Tampoco se cuenta con documentos que precisen la relación laboral entre Candela y otros arquitectos e ingenieros colombianos, pero de este intercambio epistolar es posible deducir, por una parte, que existía en él un claro interés por formalizar vínculos contractuales que le permitieran expandirse en el mercado latinoamericano; por la otra, para muchos profesionales, el buen nombre de Candela contribuía a abrir oportunidades de negocio en un medio cada vez más competitivo.

Pero en el caso de los arquitectos e ingenieros colombianos no se trataba solo de un interés puramente comercial: también estaba el deseo por aprender de las experiencias técnicas de Candela. En una carta fechada en 1957, el ingeniero bogotano Guillermo González Zuleta le escribía a este con el fin de que atendiera a otro ingeniero calculista, Antonio

Lequerica Martínez, quien viajaba entonces a México "a conocer con detalle sus trabajos que admiramos y aplaudimos" (González 1957).

Para entonces, el ingeniero Guillermo González Zuleta era ya reconocido en Colombia como uno de los pioneros en el diseño y cálculo estructural de membranas en cerámica armada.[4] En 1947 se había dado a conocer, en el contexto nacional e internacional, a través de las cubiertas del estadio de béisbol "11 de Noviembre", en Cartagena de Indias, junto a los arquitectos Álvaro Ortega, Gabriel Solano, Edgar Burbano y Jorge Gaitán Cortés, con quienes trabajará a lo largo de varios años a partir de entonces.[5]

Durante la década iniciada en 1950, González Zuleta adelantó los más destacados proyectos de estructuras laminares en Colombia, entre los que se destacan las iglesias de Fátima (1951) y de la Universidad Pontificia Bolivariana (1952), ambas en Medellín, así como la de La Candelaria (1952) en Cúcuta y la de San Cristóbal (1954) en Bogotá. Entre las cubiertas para estadios se cuentan las de los escenarios deportivos de Medellín (1953) y Cali (1954), ambas en cerámica armada, así como el Hipódromo de Techo (1953) en Bogotá. A estos proyectos se sumaron otros con muy diferentes programas funcionales: teatros, salas de exhibición de automóviles, supermercados y residencias unifamiliares, entre otros.[6]

Félix Candela regresaría a Colombia en enero de 1963, llamado como asesor técnico por las directivas de la empresa "Abocol", afincada en Cartagena de Indias, a causa del fallo presentado en la estructura de sus bodegas, las cuales habían sido construidas mediante elementos del tipo paraguas hiperbólicos por la firma Ibáñez & Manner, con cálculos del ingeniero Enrique Kerpel, un año atrás.

Se tiene noticia de dos posteriores visitas de Candela a Colombia: en 1968, como invitado a un congreso de la Sociedad Colombiana de Arquitectos llevado a cabo en la ciudad de Santa Marta, y la última, acontecida en 1990, a Cartagena de Indias para recibir un homenaje organizado por el arquitecto Dicken Castro,[7] quien le había visitado años atrás en la capital de México, como parte de la investigación proyectual para la realización del "Mercado de Paloquemao", junto a Jacques Mosseri, (1967) en Bogotá, caracterizado por un interesante juego de cubiertas plegadas en hormigón armado.

También es importante resaltar que, casi con toda seguridad, a lo largo de sus tres visitas a Colombia, Candela fue estableciendo relaciones profesionales y personales con algunos arquitectos e ingenieros españoles que residían en Colombia, entre los que se encontraba el ingeniero de caminos Enrique García-Reyes Seoane (1901-1973), quien había llegado al país en 1937. A través de su firma Ingecon, impulsó el uso de sistemas de aligeramientos cerámicos para entrepisos, se desempeñó como profesor de la Universidad Nacional y de la Universidad Javeriana, en Bogotá (Vargas 2018) y al final de su vida laboral promovió el uso de elementos pretensados a través

[4] Si bien la mayor parte de las membranas diseñadas por González Zuleta son en cerámica armada, la historiografía de la arquitectura colombiana las ha catalogado a todas como "cáscaras de hormigón".

[5] Galindo, Jorge, Estructuras laminares en la arquitectura colombiana [1945-1970], Manizales, Universidad Nacional de Colombia, 2019.

[6] Galindo, Jorge y Tolosa, Ricardo, "Cáscaras de hormigón en la arquitectura colombiana del siglo xx: un caso de hibridación y asimilación tecnológica". En: Huerta, S. Fuentes, P. Gil Crespo, I. (eds.). *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la construcción* (v. II). Madrid, Sociedad Española de Historia de la Construcción.

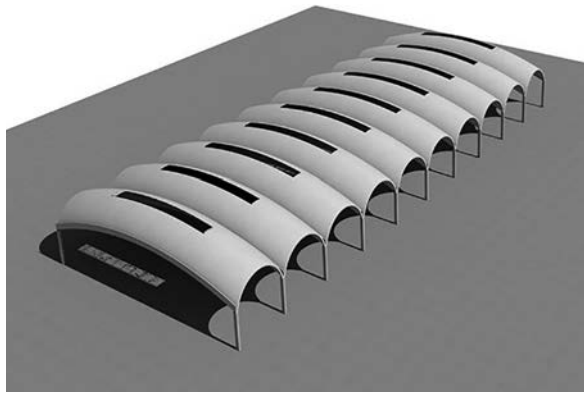
[7] Reunión del Concreto, del 19 al 21 de septiembre de 1990. Asistieron también el ingeniero mexicano Claudio Calzado y el arquitecto español José Luis Rivas.

de la firma "Pacadar de Colombia", empleando patentes de Freyssynet.[8]

Entre esos arquitectos españoles residentes en Colombia que tuvieron relación personal con Candela también pueden mencionarse a Miguel de Vengoechea y José de Recasens, quienes en 1960 diseñaron la iglesia de Fátima, en Cali, haciendo uso de una interesante membrana de hormigón como solución de cubierta. Además, mantuvo relación epistolar con Santiago Esteban de la Mora, quien pasó sus primeros años de exilio en la Unión Soviética, antes de establecerse en Bogotá en 1938, donde se desempeñó como docente de la Universidad Nacional de Colombia y activo consultor de obras de urbanismo en esa ciudad.

Proyectos de Félix Candela en la ciudad de Cali

Fruto de ese mutuo interés y teniendo en cuenta el entusiasmo y admiración que Candela despertaba entre sus colegas colombianos, debió haberse dado, en torno a 1958, un contacto entre este y el arquitecto-ingeniero Jaime Perea Suárez,[9] quien entonces residía en la ciudad de Cali. Su nombre figurará en cinco de los seis proyectos que se diseñaron en la oficina de "Cubiertas Ala" con el fin de ser construidos en Cali, entre 1958 y 1962.[10]



Reconstrucción digital del proyecto de Félix Candela para bodegas del Instituto Nacional de Abastecimiento.

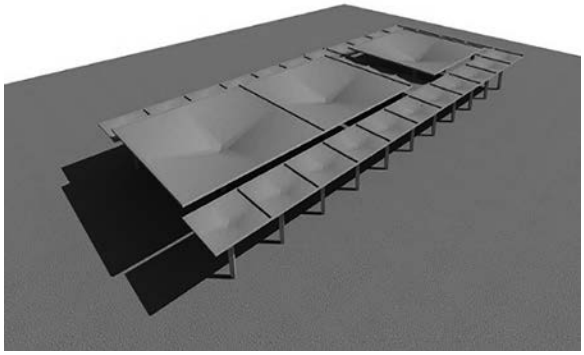
El primero de los diseños que Candela realizó para la ciudad de Cali, fue en junio de 1958 y se trataba de una cubierta para las bodegas del "Instituto Nacional de Abastecimiento", en la zona industrial de Yumbo, cuya propuesta, a nivel muy esquemático, estaba formada por diez segmentos de bóveda esférica de 40 m de largo y 10 m de ancho, apoyados sobre columnas de 6 m de altura, cubriendo una superficie total de 4 000 m².

Un nuevo proyecto, esta vez con mayor desarrollo constructivo y fechado en septiembre de 1958, se presentó como solución para un almacén de la "Caja Agraria" cubriendo un área considerablemente mayor: 7 440 m² y se resolvía mediante un conjunto de 48 estructuras tipo paraguas sobre una superficie de planta rectangular. Doce de ellos se situaban en cada uno de los lados más largos, alcanzando una altura total de 7.3 m (con una columna central de 5.5 m de altura) en tanto que 24 paraguas de 8.5 m de alto (con una columna central también de 5.5 m de altura) se ubicaban en el área central. Se formaban así dos franjas cenitales

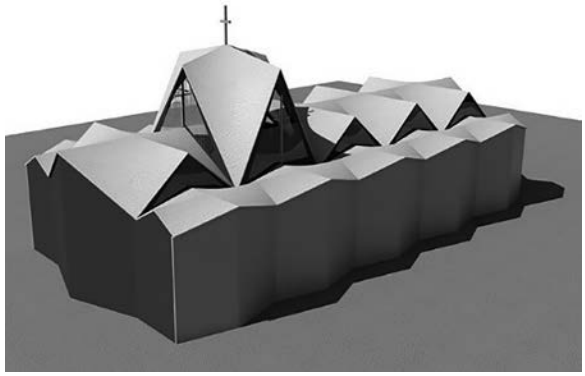
[8] Una carta firmada por Santiago Esteban de la Mora desde Bogotá, en diciembre de 1967, y dirigida a Félix Candela, hace mención a la mutua amistad con García-Reyes. En *Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984*, Department of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library; Box 6:37, Nueva York, Universidad de Columbia.

[9] Formado probablemente en la Universidad de Austin, Texas. De su carrera profesional como arquitecto poco se sabe: dibujante al servicio del Ministerio de Obras Públicas en Bogotá, en 1951, y ganador de un concurso para un monumento en Cali, en 1958. Aprovechará su trabajo con Félix Candela para adelantar trabajos como consultor en estructuras laminares en esta última ciudad hasta 1963 (c.a.).

[10] Un estudio detallado de la correspondencia entre Félix Candela y Jaime Perea con motivo de su colaboración profesional, ha sido estudiada por Botti. Botti, Giaime, "Aprendizaje a distancia: introduciendo los cascarones de concreto de Félix Candela en Cali". *Dearq*, 25, 2018, pp. 62-73.



Vista axonométrica de Textiles El Cedro.



Reconstrucción digital del templo para la ciudad de Cali, 1959.

entre las filas de *paraguas* altos y bajos, permitiendo la iluminación y ventilación natural.

Ninguno de estos dos primeros diseños llegó a construirse, sin embargo, casi simultáneamente, dos profesionales locales (el arquitecto Alfonso Caicedo Herrera y el ingeniero Guillermo González Zuleta) levantaban en esa misma área, próxima a Cali, 40 estructuras tipo paraguas, todas de planta cuadrada de 16 m de lado y apoyados sobre una columna central, pero a dos alturas diferentes y distribuidos de manera alternada siguiendo el patrón de un damero.

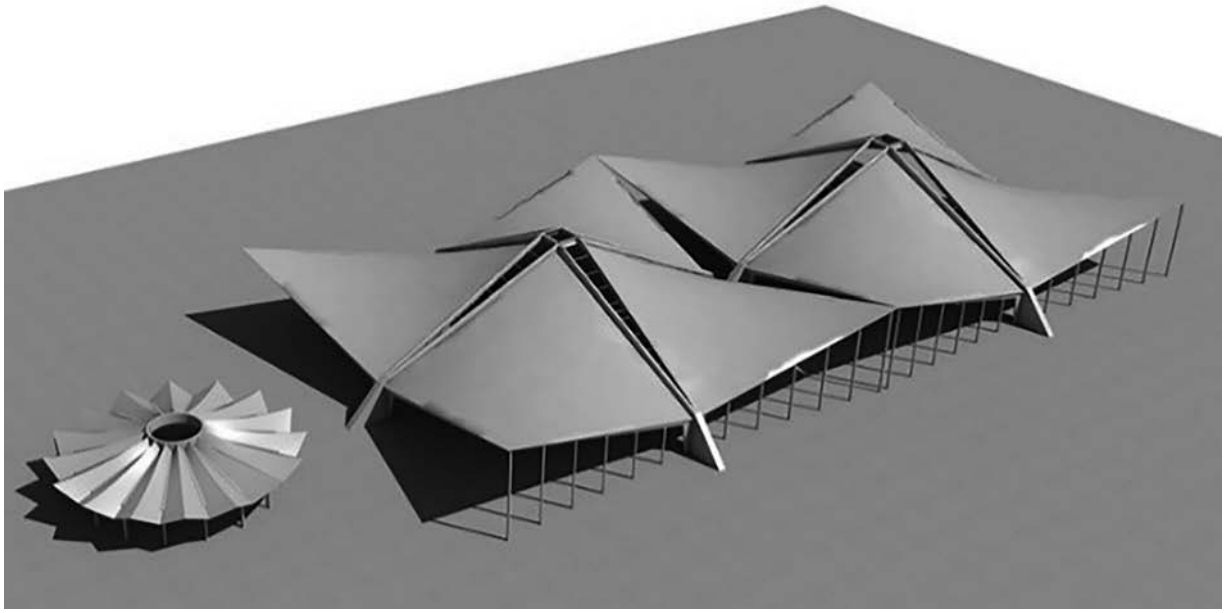
El tercer proyecto concebido por Félix Candela para la ciudad de Cali se construyó entre 1959 y 1960; fue demolido en 1993. Se trataba de una cubierta para las oficinas de Textiles El Cedro; los planos llevan el sello propio de "Cubiertas Ala" e incluyen el nombre del arquitecto colombiano Manuel Escobar, quien obró en calidad de director de los trabajos de construcción; participaría, en calidad de representante de Candela en Colombia, Jaime Perea Suárez.

El edificio estaba formado por un conjunto de 33 estructuras tipo paraguas, 28 de ellas de planta cuadrada de 4 m de lado y 3.6 m de altura; otros tres se hicieron también de planta cuadrada, pero de 12 m de lado y 4.45 m de altura y solo uno tenía una planta rectangular de 3.3 x 3.7 m (con apoyo asimétrico) cubriendo la entrada al edificio. Las estructuras más bajas se situaban en la periferia del proyecto (una fila de ellas daba directamente sobre la calle) de tal manera que las más altas se posicionaban en el centro, a manera de patios, en tanto permitían el ingreso de luz cenital. Muros de ladrillo a la vista alcanzaban una altura de 2.5 m y servían como cerramientos. Dadas las condiciones climáticas de la ciudad, la solución formal permitía óptimas condiciones de ventilación natural.

También de 1959 data un interesante proyecto concebido por Cubiertas Ala para Jaime Perea: la cubierta para un templo, aunque no se precisa el lugar de la ciudad de Cali en donde debía construirse.

Si en su famoso proyecto para la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa (1953-55), Candela logró una innovadora estructura laminar que se identifica con el espacio interior del templo mediante el empleo de paraguas parabólico-hiperbólicos que se mueven en el espacio. En el que concibe para Cali se muestra más conservador, aunque también hace uso de paraboloides invertidos de aristas horizontales sin fuste, pero apoyados sobre muros de albañilería que se pliegan verticalmente.

El diseño muestra una planta convencional, formada por un cuerpo central de mayor altura y dos naves laterales, sobre las que se disponen las estructuras laminares de hormigón,



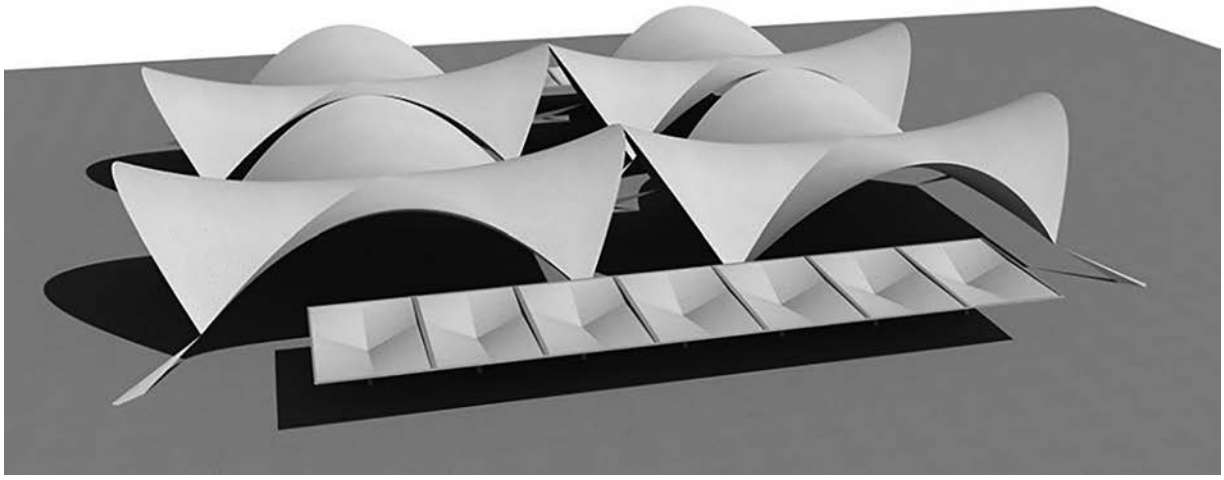
Reconstrucción digital del mercado Cristóbal Colón, Cali, 1960.

permitiendo de nuevo la iluminación y la ventilación cenital. Sobre el crucero, una enorme estructura (que recuerda claramente el templo de la colonia Vértiz-Narvarte, Ciudad de México) se apoya en cuatro columnas de sección cuadrada, marcando el punto más alto del edificio.

En 1960, gracias a las gestiones de Jaime Perea, se empezarían las obras del que probablemente sea uno de los proyectos más grandes de Félix Candela construidos en América Latina, con excepción de México: las cubiertas para la plaza de mercado Cristóbal Colón –hoy denominado Santa Elena–, en Cali, que ocupan una superficie de 3 200 m².

El proyecto se resuelve a través de una planta rectangular de 40 m x 80 m, cubierta por dos estructuras, cada una de las cuales consta de cuatro paraboloides hiperbólicos en cuyas uniones se forma una dilatación que permite la iluminación y ventilación natural. Formas similares habían sido empleadas por Candela solo en proyectos religiosos: la iglesia de San José Obrero, en Monterrey (1959) y la de San Vicente de Paúl, en Coyoacán, Ciudad de México (1959). En el proyecto caleño, sirven de soporte a las ocho láminas de hormigón (que alcanzan un espesor de 4 cm y una altura de 11.62 m por encima del nivel del piso), seis potentes apoyos perimetrales y uno central, también de hormigón, de 3 m de altura y vinculados entre sí por un conjunto de diez tirantes elaborados en barras de hierro de 1¼ in de diámetro que corren por debajo del nivel del piso.

Mercado Cristóbal Colón, Cali, 1960. Vista actual del interior. Foto: Juan Ignacio del Cueto.



Reconstrucción digital de una de las propuestas para cubiertas del mercado El Porvenir, Cali, 1960.

En el extremo norte y de manera independiente, se construyó una estructura de planta circular de 20 m de diámetro, destinada a un restaurante. Está cubierta con un sistema de plegaduras de bordes rectos elaboradas en hormigón reforzado, apoyadas sobre columnas. La construcción del edificio estuvo a cargo de los ingenieros Llano & Donney's y la interventoría fue realizada por el ingeniero Hugo Villaquirán.

En la actualidad el edificio presenta serios problemas de impermeabilización en las cubiertas y un progresivo deterioro físico y social de su entorno inmediato. Varios proyectos de rehabilitación urbana del sector pretenden incorporar la estructura del mercado a nuevos usos de tipo cultural, aprovechando su potencial paisajístico y la vía férrea adyacente al predio.

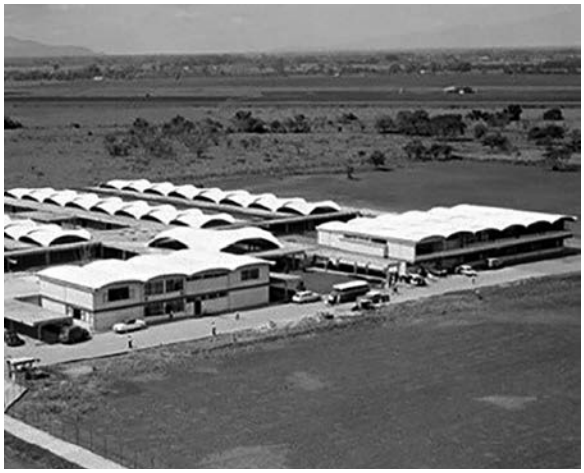
Como parte de una política municipal destinada a reemplazar el viejo mercado central por plazas satélites alternas, la alcaldía de Cali encargó, en 1960, el diseño de una estructura de cubierta para otra central de abastos, complementaria a la del mercado Cristóbal Colón; el nuevo edificio estaría situado en el corazón del barrio El Porvenir. De nuevo, Jaime Perea gestionó el diseño estructural con Félix Candela, de quien obtuvo un conjunto de al menos seis propuestas distintas pero caracterizadas

Vista exterior del que fuera el supermercado Belmonte. Foto: Jorge Galindo.

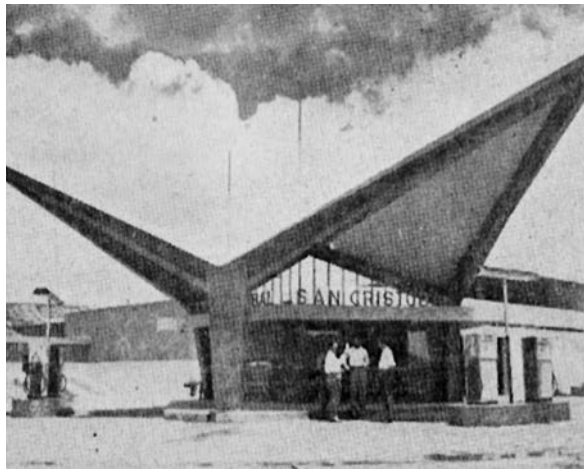
todas por el empleo de cáscaras de hormigón en forma de bóvedas por arista.

Una de esas propuestas, la más elaborada, constaba de cuatro estructuras abovedadas de 30 m de lado y 10 m de altura, que recuerdan perfectamente –por su forma y dimensiones– a las seis del mismo tipo que Candela hiciera para la planta embotelladora Bacardí, en cercanías de la capital mexicana, en 1958. La geometría de cada cascarón se logra mediante la intersección de dos paraboloides hiperbólicos iguales de tal manera que los bordes curvos, a la vista, adoptan la forma de una hipérbola.

Como en el mercado "Cristóbal Colón", las áreas residuales entre los cuatro cascarones se emplean para suministrar luz y aire al espacio interior. 16 apoyos en hormigón reciben los



Cubierta del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), en Cali. Foto aérea del conjunto y vista actual del interior de una de las bóvedas. Fotos: Archivo particular.



Estación de servicio San Cristóbal, en Cali. Foto: Archivo particular.

Plaza satélite, en Buga. Foto: Archivo familia Salcedo.

empujes diagonales. El conjunto se complementaba con dos series de estructuras tipo *paraguas*, dispuestas en sendos costados, de planta rectangular con un apoyo asimétrico de solo 2.10 m de altura con el fin seguramente de dar escala de peatón a las áreas de acceso. Ninguna de las propuestas para este mercado fue construida y en su lugar se levantó una estructura metálica carente de valores arquitectónicos o estructurales.

El último de los proyectos que Candela diseñó para la ciudad de Cali, también en colaboración con Jaime Perea, en 1961, fue una cubierta para un supermercado particular que en su inauguración fue bautizado como Belmonte, situado en el barrio residencial de San Fernando, propiedad de una acaudalada familia dedicada al negocio azucarero. Actualmente la estructura se encuentra en pie y en servicio, aunque un cielo falso descolgado oculta la riqueza espacial del diseño interior.

Aquí, de nuevo, Candela apela al uso de láminas de hormigón de 5 cm de espesor formadas por la combinación de cuatro paraboloides hiperbólicos de aristas horizontales, apoyados sobre seis columnas perimetrales, cuatro de ellas en esquina con forma de "L" y dos centrales, de sección rectangular. Entre las colum-

Cubierta del Club Deportivo K.O. Foto: Jorge Galindo.

Escuela de medicina en Santiago de Cuba. Foto: Jorge Galindo.

nas y a una altura de 2.5 m sobre el nivel del piso, se dispone un juego de tres tirantes de 1 in de diámetro que se esconden en la caja destinada a recibir la cortina enrollable que sirve de cerramiento en las noches (en la actualidad, un falso dintel).

El legado de la obra de Félix Candela, en Cali

Si bien el nombre de Félix Candela era altamente valorado por los arquitectos locales, una vez construidas, el impacto de las estructuras que él diseñó para la ciudad de Cali generó una fiebre por las cubiertas laminares, alentada no solo por su riqueza espacial sino también por su ventaja frente a las condiciones climáticas de la ciudad y de su entorno.

Varios proyectos construidos entre 1959 y 1962 dan cuenta de lo anterior, entre ellos se

Cuartel de Bomberos, en Bugalagrande. Foto: Jorge Galindo.

destacan el conjunto de las bóvedas rebajadas del edificio para el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) de la firma Borrero & Caldas (1958) y la estación de servicio San Cristóbal (1959) del arquitecto José Manuel Patiño, con cálculos estructurales de los ingenieros Gilberto Rodríguez y Jacobo Brecher.

Singular, aunque muy poco conocido, será el diseño del arquitecto Diego Salcedo para la plaza satélite del mercado de la ciudad de Buga (1959), en donde se logra una vistosa bóveda de arista enteramente construida en hormigón armado capaz de cubrir una superficie aproximada de 1 200 m², con apoyos separados entre sí por una distancia de 35 m y alcanzando una altura de 10 m sobre el nivel del piso.

En 1962 el arquitecto Jaime Perea tuvo a su cargo el diseño de las cubiertas para el Club Deportivo K-O-actualmente gimnasio del Club Deportivo Cali–, en donde empleó formas que hacen recordar los diseños de Candela; sin embargo, en las notas de prensa publicadas con motivo de su inauguración, no se menciona su participación ni tampoco existen planos para este proyecto bajo el sello de Cubiertas Ala. Ese mismo año Perea adelantará un diseño de cubiertas experimentales a partir de cáscaras de hormigón para el pabellón de Corferias, en Bogotá, que no fue construido.

Conocedor de estas experiencias, el arquitecto caleño Rodrigo Tascón, colaborador en la renovada estructura política de Cuba, diseñó, en 1965, el edificio para la Escuela de Medicina, de Santiago de Cuba. caracterizado por la fuerza de sus cubiertas en forma de paraguas, calculadas por el ingeniero ecuatoriano Jaime Vinueza. Con solo ocho juegos de formaletas, el propio Tascón estuvo al frente de los trabajos durante la primera etapa de la construcción, antes de su regreso a Colombia, en donde desarrolló posteriormente una interesante labor como arquitecto en ejercicio y docente en la Universidad del Valle, en Cali.

Por otra parte, se puede hablar de una popularización de las cubiertas tipo *hypar* en algunas edificaciones locales, más si se considera que la pérdida de las memorias de cálculo estructural y los detalles del armado con que se construyó la planta de Textiles El Cedro no fue un "accidente de archivo". En el curso de los años siguientes se levantarán estructuras de este tipo bajo la dirección de maestros de obra anónimos, como ocurrió en la población de Bugalagande, al norte de Cali, donde el edificio para el Cuartel de Bomberos se edificó por "autoconstrucción" mediante el empleo de cuatro cubiertas tipo paraguas.

Bibliografía

Acebedo, Luis Fernando, "El cinva y su entorno espacial y político". *Mimesis*, 24 (1); 2003, pp. 59-89.

Bell, Gustavo, *El movimiento moderno en Barranquilla. Muestra de arquitectura 1946-1964*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2005.

Billner, K. P. y Zollman, C. "Precast Thin-Shell Construction". En: *Proceedings of a Conference on Thin Concrete Shells ad MIT*, Cambridge, MIT, 1954, pp. 111-117.

Botti, Giaime. "Aprendizaje a distancia: introduciendo los cascarones de concreto de Félix Candela en Cali". *Dearq*, 25, 2018, pp. 62-73.

Candela, Félix. Carta mecanografiada de Félix Candela a Julio Muvdi y Elberto González, fechada en México el 22 de junio de 1956. En "Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984", Department of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library; Box 6:10. Nueva York, Universidad de Columbia, 2019.

Galindo, Jorge. *Estructuras laminares en la arquitectura colombiana [1945-1970]*, Manizales, Universidad Nacional de Colombia.

Galindo, Jorge y Tolosa, Ricardo. "Cáscaras de hormigón en la arquitectura colombiana del siglo xx: un caso de hibridación y asimilación tecnológica". En: Huerta, S. Fuentes, P. Gil Crespo, I. (eds.). *Actas del Décimo Congreso Nacional y Segundo Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la construcción* (v. II). Madrid, Sociedad Española de Historia de la Construcción, 2017, pp. 635-643.

González, Guillermo. Carta mecanografiada de Guillermo González Zuleta a Félix Candela, fechada en Bogotá el 2 de febrero de 1957. En "Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984", Department of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library; Box 6:37. Nueva York, Universidad de Columbia.

Martínez, Carlos. "Félix Candela en Bogotá". *El arquitecto*, 19, 1956, pp. 12-13.

Muvdi, Julio. Carta mecanografiada de Julio Muvdi a Félix Candela, fechada en Barranquilla el 7 de junio de 1956. En "Félix Candela architectural records and papers, 1950-1984", Department of Drawings & Archives, Avery Architectural and Fine Arts Library; Box 6:10. Nueva York: Universidad de Columbia.

Vargas, Hernando. "El ingeniero Enrique García-Reyes y Seoane (1901-1973), académico, industrial y constructor". En J. Galindo, H. Vargas y C. Villate (eds.). *Actas del primer coloquio colombiano en historia de la construcción*. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2018.

Cascarones de concreto en el Ecuador

Mauricio Luzuriaga
Ana María Carrión
Álvaro Valladares

El cascarón de concreto armado, como concepción estética y estructural, forma parte importante de la expresión arquitectónica del siglo XX ecuatoriano. En 1947 el arquitecto uruguayo Gilberto Gatto Sobral inició la construcción del Pabellón Administrativo en el nuevo campus de la Universidad Central del Ecuador (UCE). Sobre el *hall* de entrada al teatro que forma parte del pabellón se encuentra el primer cascarón de concreto armado de tecnología moderna realizado en el país y tiene forma de una cúpula rebajada.

También el Palacio Legislativo, la Residencia Estudiantil en la UCE y el Hotel Quito, obras emprendidas para la irrealizada Undécima Conferencia Interamericana de Cancilleres de 1959, cuentan con cascarones de concreto armado de simple y doble curvatura.

Para ese entonces, las obras del arquitecto hispano-mexicano Félix Candela eran *vox populi*, conocidas y admiradas al punto de haberse convertido en un nuevo canon de lo moderno en arquitectura, un modelo a seguir.

Los años sesenta son escenario de la aparición de cascarones en Quito y Guayaquil, adaptándose y probando su versatilidad al ser utilizados para casas, fábricas, templos y edificios educativos. A partir de los setenta, se popularizó su uso en el resto del país. En Cuenca y sus derredores aparece la singular, e inédita hasta hoy, obra del ingeniero Luis Monsalve. Techos de membranas de concreto se construyeron incluso hasta comienzos de los años ochenta. Precisamente en lugares remotos de la geografía ecuatoriana surgieron los casos más peculiares. Así, en la región amazónica ecuatoriana se encuentra una cubierta idéntica en forma y escala al restaurante Los Manantiales, en Xochimilco, Ciudad de México, obra de Félix Candela.

A continuación, se exponen proyectos emblemáticos de cascarones de concreto armado diseminados en la geografía ecuatoriana. En el discurso se desarrolla una secuencia que salta de lo cronológico a lo tipológico, de lo autoral a lo geográfico y de lo tecnológico a lo formal.

A mediados de 1957, Luis Guillermo Landívar García, un reciente egresado de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, recibió una carta de Félix Candela, fechada el 6 de junio de 1957, en res-

puesta a una misiva que Landívar le dirigiera un tiempo atrás. Ambos registros se resguardan en los archivos Candela en la Universidad de Columbia.[1] En su misiva, de fecha no establecida, el joven Landívar, planteaba:

> Habiéndome interesado enormemente en lo que en sus artículos refiere sobre el diseño y cálculo de las estructuras hiperbólico parabólicas, desearía obtener de Ud. la información si existen en esa ciudad libros que indiquen el calculo [*sic*] y diseño de las mismas. Me he tomado la libertad de escribirle dada la carencia absoluta de textos que sobre esta materia existen en las librerías de mi ciudad.

El maestro Félix Candela respondió extensamente a la solicitud de Luis Landívar, refiriéndole media docena de artículos suyos en las revistas de *Progressive Architecture*, el *Journal of the American Concrete Institute* (ACI) y en los *proceedings* de su charla "Conference on Thin Concrete Shells" que dictara en el MIT, en junio de 1954. Candela le proporcionó, además, el contacto de un miembro guayaquileño del ACI, quien seguramente tendría los ejemplares citados de dicha publicación.

Para mediados de los años cincuenta, Candela ya era un mundialmente afamado arquitecto-constructor. Dictó conferencias en MIT, Harvard, Columbia, Berkeley, Yale, Stanford, en los Estados Unidos, y en la Universidad Central de Venezuela, entre otras universidades. Sumando a esa intensiva exposición académica, su compañía Cubiertas Ala S.A. llegó a materializar cerca de 900 proyectos (otros 600 no se concretaron). En términos actuales, Cubiertas Ala S. A sería considerada una franquicia multinacional.[2] La empresa llegó a diseñar, asesorar directamente y construir proyectos en México, Cuba, Puerto Rico, Guatemala, Venezuela, Colombia, Perú, Estados Unidos, entre otros. Esa práctica constructiva se extendió por dos décadas desde los años cincuenta. Por citar datos, durante 1958 Cubiertas Ala mantuvo múltiples encargos fuera de México: uno en Texas, Estados Unidos, para *Insignia Great Southwest Corporation*; uno en Perú, con el Mercado de Chiclayo; uno en Guatemala, con la Iglesia Champagnac; y uno en Venezuela, el Beach Club, en Playa Azul, en el Estado Vargas; aparte de varios proyectos en marcha en suelo mexicano.

Como se verá, para 1957, el primer cascarón moderno de concreto armado llevaba ya diez años de construido. No obstante, Landívar certeramente apuntaba la ausencia de "estructuras hiperbólico parabólicas" en el país. Es menester considerar que, para 1958, "la estela de Candela y Cubiertas Ala" dejaba su rastro directo mediante obras comisionadas en Centro y Suramérica. La incursión ecuatoriana en la ola constructiva de superficies regladas

[1] Luis Landívar García (1931-2017), entonces de 25 años de edad, se convirtió en ingeniero civil y trabajó extensamente con el arquitecto Guillermo Cubillo Renella, uno de los primeros arquitectos considerados modernos en Guayaquil. Datos proporcionados por Catalina Landívar, su hermana. Entrevista, agosto 2018.

[2] Creó, además, sucursales de la firma en varios países: Guatemala, con la representación del ingeniero Mauricio Castillo Contoux, quien dirigió más de 40 proyectos (Pozuelos y Castillo 2017), en Colombia realizó seis proyectos, tres de ellos en la ciudad de Cali en asociación con el arquitecto Jaime Perea Suárez, de 1958 a 1961 (Galindo, Salazar y Escobar 2018). Rafael Páez cita a Guido Bermúdez indicando que "el arquitecto Álvaro Coto Asenjo, venezolano de origen mexicano, y José Gabriel Loperena fundaron en Venezuela, para final de los cincuenta, la empresa Cubiertas Ala de Venezuela S.A., filial y representante de los proyectos y contratos del ingeniero y arquitecto español Félix Candela" (Páez, 2011). En Venezuela Candela se asoció inicialmente con el mexicano Guillermo (William) Shelley y, posteriormente, con el venezolano-mexicano Coto Asenjo y su socio argentino Loperena (Luzuriaga y Ovalles 2017).

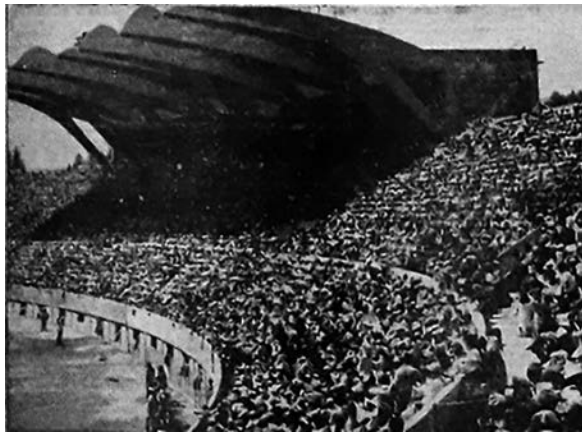
se iniciaría poco más tarde, unos cuatro años después del boom de *hypars* de Candela en México. Los *hypars* ecuatorianos ocurrieron sin la participación de la compañía constructora del hispano-mexicano, lo que hace meritorio el trabajo de los arquitectos e ingenieros nacionales que emprendieron en la erección de cascarones de concreto armado.

El arribo de la arquitectura moderna al Ecuador

Guillermo Jones Odriozola, un joven arquitecto uruguayo, desarrolló en 1942 el primer Plan Ordenador para la ciudad de Quito, el cual propuso la implementación de proyectos tales como el Campus de la Universidad Central del Ecuador (UCE) diseñado posteriormente por otro uruguayo, el arquitecto Gilberto Gatto Sobral.

En 1946 se fundó la Escuela de Arquitectura de la UCE, presidida por el propio Gatto Sobral, quien estableció una enseñanza basada en su formación, en la Facultad de Arquitectura de Montevideo, modelada bajo los lineamientos del maestro francés Joseph Carré y la Escuela de Bellas Artes de París (Maldonado, 1990). La escuela mostraría desde sus inicios su afinidad por la arquitectura racionalista y la Bauhaus. Allí dictaron clases, entre otros, dos arquitectos ecuatorianos: Sixto Durán Ballén y Jaime Dávalos, ambos graduados en la Universidad de Columbia, en Nueva York. Tal mixtura de visones académicas, la uruguayo-parisina y la neoyorquina, marcan el inicio de la arquitectura moderna en Quito.

En los años cincuenta el país llevaba dos décadas de haber pasado de ser importador de cemento tipo Portland a productor del mismo (Del Pino, 2009), por lo que, el final de la década de 1950 y especialmente los años sesenta fueron tiempos propicios para el surgimiento de estructuras de concreto armado. La economía ecuatoriana gozaba de un auge en la exportación bananera, lo que favoreció una escena política y económica de concordia bajo presidentes electos y moderadas dictaduras militares que se mostraron proclives a la modernidad. En el ámbito urbano-arquitectónico surgió la figura del arquitecto Sixto Durán Ballén como Ministro de Obras Públicas.[3] Tras el surgimiento de la revolución cubana y el triunfo de Allende en Chile, la amenaza de expansión de gobiernos de izquierdas a otros países se volvió latente y afectó la estabilidad política de la región. En Ecuador, la democracia se interrumpió mediante un golpe militar en 1963. Sin embargo, el militarismo de los años sesenta se caracterizó por una estabilidad forzada y a la vez reforzada por programas de vivienda, salud, educación y proyectos de producción.



Monumental Estadio Olímpico Municipal-Quito. *El Comercio*, 26 nov. 1951: 1.

Primeros cascarones en Ecuador

En 1947 Gatto Sobral diseñó y construyó el Pabellón Administrativo en el nuevo campus de la UCE. El pabellón, concluido en 1949, estaba compuesto por rectorado, biblioteca, teatro e imprenta. Sobre el *hall* de entrada al teatro, apareció el primer cascarón de concreto armado de

[3] Durán Ballén llegaría a convertirse en alcalde de Quito y en presidente de la República.

líneas modernas realizado en el país, siendo una cúpula rebajada de 18 m de diámetro.

El 25 de noviembre de 1951 se inauguró el Monumental Estadio Olímpico Municipal (hoy Estadio Atahualpa), diseñado por el arquitecto austríaco Oscar Etwanick. Sobre una porción de los graderíos se ubica una visera en forma de cascarones cilíndricos en voladizo.

El arquitecto ecuatoriano Milton Barragán produjo el primer paraboloide hiperbólico o *hypar* en Quito, en 1959, en la casa Giráldez (Monard, 2015). Con ese pequeño proyecto, Barragán dio origen al uso del conocido paraguas invertido en el país.

Comenzando 1953, ese tipo de techo se había vuelto la insignia del trabajo de Candela. Cabría preguntarse si los artículos de este arquitecto en *Progressive Architecture* fueron fuentes de lectura de Barragán.

Casos emblemáticos

Las siguientes líneas discurren acerca de los casos más representativos y peculiares de cascarones delgados de concreto armado, mencionando sus aspectos históricos, anecdóticos, formales y constructivos más relevantes. Los casos emblemáticos incluyen superficies de simple curvatura y doble curvatura (sinclásticas y anticlásticas), es decir, bóvedas, conoides, cúpulas, paraboloides elípticos y paraboloides hiperbólicos tanto de edificios existentes como de algunos desaparecidos.

En 1954 el Ministerio de Obras Públicas, encabezado por Sixto Durán Ballén, inició en la ciudad de Quito las obras requeridas en previsión de la Undécima Conferencia Interamericana de Cancilleres, de 1959. Aun cuando la conferencia no llegó a efectuarse por desacuerdos entre los países respecto a la agenda a tratar durante el encuentro, se completaron, entre otros, el Palacio Legislativo, la Residencia Estudiantil en la UCE y el Hotel Quito. Tanto las edificaciones para la conferencia como las obras emprendidas por Gatto Sobral en el campus universitario contaban con elementos constitutivos en forma de cascarones delgados de concreto armado.

Así, el Palacio Legislativo, diseñado por el arquitecto Alfredo León Cevallos, en 1956, se corona con un refinado remate en forma de tres bóvedas rebajadas flanqueadas por voladizos laterales, muy similar al remate de la Torre de Ciencias, en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), de los arquitectos Raúl Cacho, Eugenio Peschard y Félix Sánchez Baylón, de 1952.

Cascarones de Gatto Sobral en el campus de la UCE

La Residencia Estudiantil, iniciada en 1957, fue diseñada originalmente por el entones estudiante Mario Arias Salazar quien resultó ganador de un concurso estudiantil (Moreira y Álvarez, 2004). Arias desarrolló el proyecto bajo la tutela de Gilberto Gatto Sobral. La residencia es una torre longitudinal, con escaleras exentas y planta baja levantada sobre pilotis en forma de "V", que reinterpretan a aquellos de la Unité de Marsella y al Interbau, de Niemeyer, en Berlín. La residencia se vincula con el comedor universitario mediante un edificio-puente. El comedor se despliega en una cuadrícula de 13 paraguas invertidos donde las columnas, espaciadas cada 11 m, se encuentran en el perímetro del edificio evidenciando la forma en zigzag de los paraguas.

En el mismo campus universitario, Gatto Sobral diseñó el Instituto de Ensayo de Materiales y Estática, de 1957 a 1959, un enorme galpón cuya sección transversal dibuja una parábola materializada como un cascarón de concreto. A dicho edificio le siguió la Facultad de Ciencias Agrícolas y Veterinaria, de 1957 a 1965, de Gatto y Arias, la cual resalta por sus paraguas invertidos rítmicamente perforados por bloques de

Facultad de Ciencias Agrícolas, UCE-Quito. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2019.

vidrio cilíndricos sembrados en los cascarones. Los techos de la facultad son una suerte de reinterpretación de los techos perforados de la famosa fábrica textil High Life, de 1954 a 1955, de Félix Candela, en Coyoacán, al sur de Ciudad de México; se debe mencionar que el edificio de Agronomía y Veterinaria se construyó menos de tres años después. Gatto debía estar muy al tanto de las invenciones arquitectónicas de Candela, ya que el libro de Colin Faber, que popularizó aún más la obra de Candela, sería impreso solamente hasta 1963. Los bloques de vidrio cilíndricos de Agronomía y Veterinaria se mantienen intactos en la actualidad. Lo contrario sucedió en la High Life, donde mujeres planchaban todo el día con vapor, lo que, combinado con el sol mexicano, tornó el ambiente en algo insoportable, y al final, fue necesario cubrir los bloques de vidrio (cuadrado) con tela asfáltica (Garlock & Billington 2008). Sobre el dintel de uno de los accesos Agronomía y Veterinaria se encuentra un vistoso mural, muestra del apego de Gatto a movimientos de síntesis de las artes, alineados con el muralismo en Ciudad Universitaria, de la UNAM, y la integración de las artes en la Ciudad Universitaria, de la Universidad Central de Venezuela.

El paraboloide hiperbólico en el imaginario colectivo

Si hay un proyecto que introdujo el paraboloide hiperbólico al imaginario colectivo ecuatoriano, este fue el Hotel Quito, realizado de 1959 a 1960. El hotel, de incuestionable rol como escaparate de la modernidad, tiene un *motor-lobby* conspicuamente emplazado frente al edificio. El Hotel Atahualpa, luego bautizado con el nombre de Hotel Quito, fue diseñado por el *wunderkind architect* Charles F. McKirahan (Tropic, 2017). McKirahan era un practicante del estilo *Miami Modern* o *MiMo*, como se denominó a la jubilosa arquitectura regional del sur de la Florida de ese entonces. El *motor-lobby* es un *hypar* de planta cuadrada de 15.50 x 15.50 m que se posa en dos esquinas opuestas librando 22 m entre apoyos. El ingeniero calculista estructural fue Alejandro Segovia, un reconocido profesor universitario que además promulgó el diseño de este tipo de estructuras entre sus alumnos. El 12 de febrero de 1964 el "arquitecto maravilla" Charles F. McKirahan murió trágicamente en un accidente automovilístico, poco antes de cumplir 45 años. Su importancia para la arquitectura ecuatoriana está aún por dirimirse.

El arquitecto quiteño Agustín Patiño Crespo adquirió destrezas en el campo de cubiertas membrana gracias a su estadía en el taller de Félix Candela, en México, donde realizó prácticas (Moreira y Álvarez 2004; Peralta 2018). En 1960 Patiño diseñó y construyó la Gasolinera Jorge Hernández (también conocida como Mario Ferri) en la ciudad de Quito. La estructura, diseñada en asociación con Leonardo Bravo y Javier Dávalos y construida por el ingeniero Rodrigo Patiño, es un juego de cuatro paraboloi-

Perspectiva del proyecto del Hotel Atahualpa (hoy Hotel Quito), 1958 (arriba). Foto: Fort Lauderdale Historical Society. Manuscript collection. Motor-lobby, estado actual (abajo). Foto: Mauricio Luzuriaga, 2018.

des hiperbólicos conexos, apoyados en cuatro columnas separadas 8 m entre sí. La estructura funge en la actualidad como una improvisada parada de autobuses. El ingeniero Rodrigo Patiño comentó que en toda construcción de *hypars* hay un triple reto: primero está la precisión geométrica requerida en el armado de encofrado, segundo está el cuidado de lograr los espesores indicados durante el vaciado del concreto, y por último, el guardar una precisa secuencia al momento del desencofrado, pues de no seguir el procedimiento adecuado de desmontaje de la cimbra, los cascarones sufrirían deformaciones que eventualmente afectarían la estática y estética del objeto completo.[4]

Cubiertas para la cultura

También emplazado en Quito, el teatro Prometeo (1966 a 1970), fue diseñado por un arquitecto y acuarelista con vínculos mexicanos: Oswaldo Muñoz Mariño, profesor en la UNAM. Muñoz Mariño, junto a Agustín y Fabián Patiño diseñaron y construyeron un teatro que permitiría la presentación de obras artísticas con una visual completa de 360°, por esa razón produjeron un anfiteatro helicoidal, con un escenario céntrico. Consecuentemente, los arquitectos diseñaron una cubierta compuesta por dos paraboloides hiperbólicos opuestos y casi idénticos, que partiendo de dos vigas dispuestas en forma de "x" viajan hacia el exterior para rematar en muros curvos de hormigón armado. Junto a dos obras presentadas hacia el final de este artículo, el del Prometeo es uno de los po-

[4] Entrevista al ingeniero Rodrigo Patiño, 19 de abril de 2018.

Antigua Gasolinera Jorge Hernández, Quito. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2016.

Teatro Prometeo, en Quito. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2016.

cos paraboloides hiperbólicos de borde curvo identificados hasta la fecha en el país.

Pasando a Guayaquil, sus condiciones de ciudad portuaria y enclave económico del país la convirtieron en escenario óptimo para el florecimiento de empresas, industrias e inversiones de capital. Por tanto, la ciudad reunía las condiciones propicias para obras que se ejecutaran rápida y económicamente, como es el caso de edificios cubiertos con cascarones de concreto armado. Tres arquitectos quiteños: René Denis Zaldumbide, Xavier Quevedo y René Bravo, y dos ingenieros locales: Rodrigo Andrade y Eduardo Crespo realizaron un considerable número de obras de ese tipo en la ciudad.

La Sala de la Comunidad 5 de junio "Sara Muñoz" (1966 a 1967), en Guayaquil, fue obra de dos arquitectos que formaron una prolífica sociedad: René Denis Zaldumbide y Xavier Quevedo. René Denis vivió en París desde 1946 a 1958; en 1945 se graduó en la Escuela de Bellas Artes de París y trabajó en los talleres de Othello Zavaroni, en 1947, y Auguste Perret, en 1949. De ellos heredó su magnífica forma de trabajar el concreto armado.[5] Xavier Quevedo, por su parte, hizo estudios en la Universidad de Princeton y se graduó en la Universidad de Río de Janeiro, Brasil. El conjunto ha sido terriblemente desvirtuado pero, providencialmente, la pieza menos alterada es la sala esquinera, un espacio de uso múltiple, único y abierto, que funge en la actualidad como templo de la Iglesia Parroquial Cristo Liberador. El techo es un paraboloide elíptico de planta rectangular de 12.20 x 17.60 m y 6 cm de espesor. El techo descansa sutilmente en las cuatro esquinas con un delicado detalle: entre la base del arco y la columna hay un conector que no supera los 10 cm² de sección. Del nodo esquinero parten cables tensores bajo los arcos. El zócalo exterior se encuentra intervenido por un bajorrelieve en concreto visto, del artista Peter Musfeldt. El mural es una muestra de adhesión a los movimientos de síntesis de las artes, que tornan inseparables el arte y la arquitectura.

Grandes luces

Los lazos con México se extienden hasta la ciudad de Guayaquil. A mediados de 1975, el ingeniero Porfirio Ballesteros Barocio (1927)

[5] Entrevista al arquitecto José Miguel Mantilla, 25 de junio de 2020.

Sala de la Comunidad 5 de junio "Sara Muñoz", Guayaquil. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2018.

fue invitado a determinar las causas de las deformaciones que presentaban unos paraboloides elípticos de la embotelladora Coca Cola recién construidos. Uno de dichos cascarones inclusive colapsó. Tras presentar su informe y recomendaciones, los cascarones se reforzaron y corrigieron mediante unos pares de vigas invertidas diagonales de esquina a esquina. Porfirio Ballesteros Barocio es un reconocido calculista mexicano, quien en 1960 realizó el cálculo estructural del Santuario de Nuestra Señora de Fátima,[6] ubicado en Monterrey, México, diseñado por el célebre arquitecto mexicano Eduardo Padilla Negrete (Del Cueto, 2015). Posiblemente gracias a la asesoría prestada a la embotelladora, Ballesteros Barocio diseñó posteriormente 24 paraboloides elípticos apoyados en arcos tensores, para el Muelle Fiscal de la Autoridad Portuaria de Guayaquil, mismos que fueron construidos en 1981 (Pacheco-Crosetti y Godoy, 2006; y Sánchez, 2008). Ocho de los paraboloides elípticos fueron demolidos entre 2008 y 2009.

Entre otras estructuras de gran escala se encuentra el Terminal Terrestre de Portoviejo, de c. 1976 a 1987, de diseñador aún desconocido. Este terminal es la más grande obra cubierta por paraboloides hiperbólicos en el Ecuador. Cada uno de los 47 paraguas invertidos cubre una superficie de 12 x 12 m a partir de una columna central de 63 x 63 cm que asciende a tres diferentes alturas: 5.10 m, 6.20 m y 7.20 m. Las mayores alturas se producen en los paraguas que marcan los accesos peatonales proporcionándoles jerarquía. El vuelo de 6 m en cada dirección ha tenido sus consecuencias, ya que más de 30 años después de su construcción es notoria la deflexión en los extremos de algunos de los paraguas. Si bien por años se han anunciado planes para la realización de una nueva terminal terrestre que la reemplace, este viejo esqueleto sigue en pie mostrando orgulloso el impresionante vuelo de sus mantos.

Cubiertas para la educación

El plan original del Colegio Normal Católico y Escuela Anexa-Complejo de la Sociedad de Beneficencia de Señoras en Guayaquil, construido de 1966 a 1967 en su etapa inicial, es del arquitecto René Bravo Espinoza. Hoy denominado Unidad Educativa Matilde Amador Santistevan, el complejo incluía estructuras para administración, preparatoria, escuela y colegio. En décadas subsiguientes se construyeron un bloque de aulas, una iglesia, una biblioteca y un coliseo (Vega, 2016). El conjunto consta de 84 paraguas invertidos en total siendo este el mayor número de *hypars* en un solo proyecto en el país.

Algunas de las adiciones posteriores al plan original procuraron integrarse a lo dispuesto por Bravo, unas con suerte y otras no. La ubicación del coliseo fue respetada. Allí se levanta una impresionante estructura de diez paraguas invertidos, cada uno de 16.50 x 10 m. Construido en 1996, y de autor aún desconocido, esta estructura es brutalista-expresionista por la inclinación de sus columnas, cuyas bases parten del perímetro exterior y ascienden diagonalmente hacia el interior para sostener

[6] Elisa Drago apunta que, en el catálogo de Enrique de la Mora y Palomar, que reposa en el Archivo de Arquitectos Mexicanos FA-UNAM, está listado el "Santuario de Nuestra Señora de Fátima" (1952-1953), mismo que, según su artículo, "Alarde tecnológico y modernidad en la obra de Enrique De la Mora y Palomar", no fue construido.

Terminal Terrestre, en Portoviejo. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2018.

los mantos del techo. Si bien el espesor de los cascarones del gimnasio no concuerda con la ligereza de las cubiertas de Bravo, sus dramáticos paraguas asimétricos extienden potentemente sus voladizos hacia el centro, librando una gran luz y produciendo vistas ininterrumpidas en su interior.

Prosiguiendo en el ámbito de usos educativos, la Facultad de Arquitectura, de la Universidad de Guayaquil, de 1968 a 1972, es diseño del arquitecto Xavier Quevedo. Tras un concurso de anteproyectos, los arquitectos Galo Pacheco y Roberto Iturralde fueron seleccionados como los ganadores del anteproyecto para dicha Facultad. El programa incluía bloques de aulas, auditorio y espacios administrativos. Xavier Quevedo, exprofesor de ambos ganadores, fue invitado a intervenir en uno de los bloques de aulas. En la porción del conjunto por él diseñada, Quevedo llevó al paraboloide hiperbólico más allá de sus funciones prácticas como protector de los elementos. Exteriorizó la estructura y tornó al *hypar* en un objeto en sí mismo. Resaltó el peraltado de los mantos para crear los ápices de ventanales y así ventilar naturalmente los espacios mediante celosías de cristal. El arquitecto logró que el transitar de los usuarios se convierta en un evento de sensaciones cambiantes. Las otras porciones de la Facultad no alcanzaron la calidad espacial lograda por Quevedo.

Coliseo del Colegio Normal Católico, en Guayaquil. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2018.

Mantos sublimes

Históricamente, la arquitectura dedicada al culto ha buscado la esencia de aquel sitio donde lo terrenal y lo divino se encuentran. En su escrito *El espacio inefable,* Le Corbusier reflexiona diciendo: "Ignoro el milagro de la fe, pero vivo a menudo el del espacio inefable, cúspide de la emoción plástica" (Le Corbusier, 1946). Ese espacio inefable o indecible es aquel que Félix Candela y Enrique De la Mora consiguen en la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa y en la Capilla San Vicente de Paúl, ambos en la Ciudad de México. La torsión superficial del paraboloide hiperbólico induce a que la luz que se filtra en el interior del templo curve, logrando espacios indecibles.

Facultad de Arquitectura, Universidad de Guayaquil. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2018.

La iglesia María Madre de la Iglesia, de 1968 a 1969, en Los Ceibos-Guayaquil es un diseño de Blas Uscocovich, quien era estudiante de arquitectura cuando fue declarado ganador de un concurso promovido en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Católica de Guayaquil. El proyecto se completó bajo la tutoría del arquitecto Alamiro González, profesor de la facultad. La construcción original, responsabilidad de los ingenieros Andrade y Crespo, consiste en un solo paraboloide hiperbólico apoyado en dos bases separadas 22 m, al tiempo que dos puntas agudas ascienden vertiginosamente hacia el atrio y hacia el altar. En 1999 el arquitecto Jaime Rumbea amplió la capacidad del templo al agregar un coro interior y dos alas laterales cubiertas por abanicos plegados.[7]

En medio de la neblina del páramo cercano a Jocotoco-Buenaventura se encuentra un paraje de oración: dos ermitas, una frente a otra, a ambos lados de la carretera. El *hypar* mayor es una capilla abierta dedicada a la Virgen del Cisne o "La Churonita", de c. 1980. El arquitecto Jorge E. W. Gallardo Moreno, graduado en la UCE, diseñó esta pieza atendiendo la solicitud del Sindicato de Choferes Profesionales, de Piñas. El cascarón se asemeja formalmente al panteón Núñez Gálvez, en el cementerio Colón, de La Habana, Cuba, que Max Borges Jr. y Félix Candela realizaran en 1958 (Faber 1963). Gallardo afirma que en el encofrado se utilizaron tiras delgadas de madera machihembrada y biselada sin seguir las generatrices de la superficie reglada, sino dependiendo de la gran habilidad del carpintero, el señor Calderón. Conviene meditar acerca rol anónimo que juegan los obreros de la construcción, ya que la autoría de las obras suele concentrarse en los diseñadores. El otro *hypar* en el sitio es el Santuario del Divino Niño, un minúsculo templete enclavado en la roca al final de un pronunciado juego de escaleras justo al frente de la ermita mayor. El segundo es posiblemente el más pequeño *hypar* ecuatoriano y no es diseño de Gallardo.

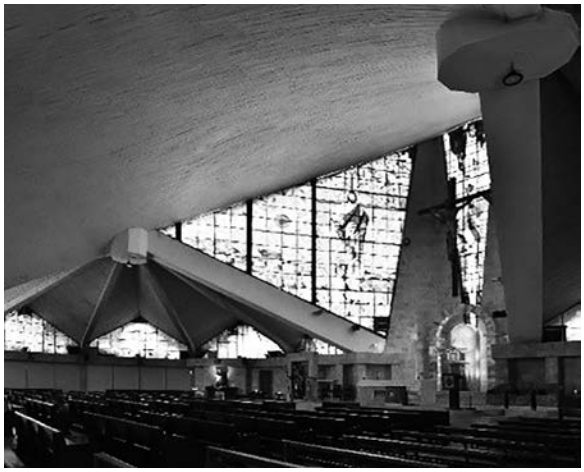
Cascarones de Luis Monsalve

Entre finales de los años sesenta y el inicio de los ochenta, el ingeniero Luis Alberto Monsalve Ortiz (1932) diseñó, calculó y construyó cascarones en una gran variedad de tamaños, siendo cada uno de ellos único en su tipo. Inspirado en el trabajo de Félix Candela y explorador de soluciones estructurales económicas, pero a la vez atractivas, su obra va desde *hypars* para viviendas e industrias hasta inusuales paraguas hexagonales y cilíndricos para cubrir, por ejemplo, el coliseo, en la Universidad Nacional de Loja, con luces de hasta 44 m entre apoyos. Su notable legado merece ser estudiado y develado.[8]

Entre sus decenas de obras se encuentra la iglesia Cristo del Consuelo, en Déleg, Provincia

[7] Entrevista al ingeniero Luis Alberto Monsalve, 8 de noviembre de 2019.

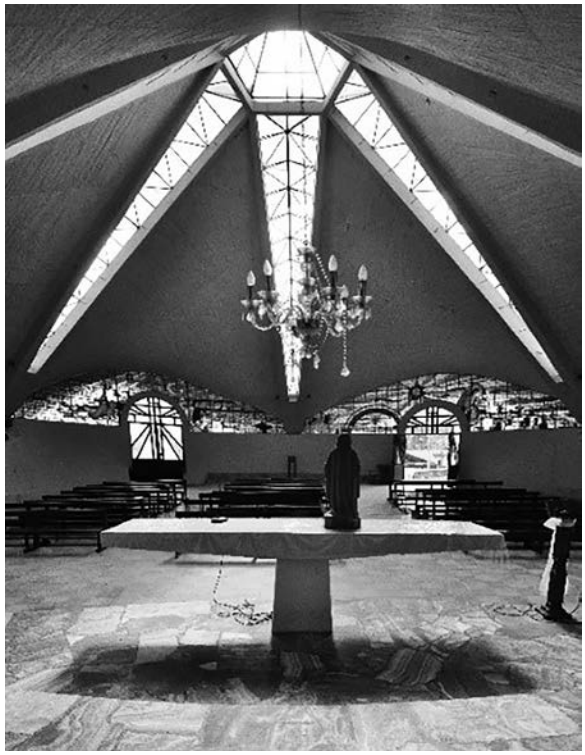
[8] Entrevista al ingeniero Luis Alberto Monsalve, 8 de noviembre de 2019.



Iglesia de María Madre de la Iglesia, Guayaquil. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2018.

del Cañar, realizada para la Diócesis de Azogues, siendo uno de los más notables proyectos con paraboloides hiperbólicos ecuatorianos. Según Monsalve, el templo se construyó por petición del Padre Rafael González para reemplazar la iglesia principal del pueblo, que se hallaba sobre una falla geológica. Formalmente, las cubiertas de Déleg rinden homenaje a la capilla San Vicente de Paúl, de Candela y de la Mora, presentando cinco mantos que se empinan hacia el centro, mientras la de San Vicente de Paúl presenta tres mantos en similar disposición.

En la provincia del Azuay se encuentra la Iglesia de Nuestro Señor de Girón, consagrada en 1967. De diseñador desconocido y levantada por el ingeniero Luis Monsalve, el templo tiene un temprano carácter moderno cuya fachada recuerda a la Iglesia de la Purísima Concepción, en Monterrey, México, de Enrique de la Mora, con naves laterales cubiertas por losas sinusoidales y una nave principal rematada por una grandilocuente serie de 24 *hypars*, cuyos tímpanos laterales arrojan una vívida luminosidad al interior del espacio litúrgico. Los vitrales, de gran factura, son obra del vasco Guillermo Larrazábal Arzubide, asistido por su discípulo, Rubén Villavicencio.



Iglesia del Cristo del Consuelo, Déleg. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2019.

Dos gemelos de Los Manantiales

De 1978 a 1980, Juan B. González S., un ingeniero civil asimilado al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, de las Fuerzas Armadas del Ecuador, desarrolló un edificio tipo gran salón de reuniones, que en jerga militar se denomina "casino". Dicho casino-tipo, dedicado a espacio de entretenimiento de oficiales, sería replicado en brigadas y batallones militares en todos los recintos militares del país. Los dos primeros construidos fueron el Casino de Oficiales para la Brigada Número 19 Napo, construido frente a la ciudad de Coca, en c. 1979, y el Casino de Oficiales BE-1 Batallón Montúfar, construido en Esmeraldas en c. 1980. Ambos estaban ubicados en destacamentos remotos cercanos a la frontera norte con Colombia, el primero a orillas del río Napo, en la selva amazónica, y el segundo en las afueras de Esmeraldas, ciudad-puerto que mira hacia el océano Pacífico.

Casino de Oficiales de la Brigada Número 19 Napo-Coca. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2017.

Lo excepcional de ambos casos radica en que el contenedor espacial del casino en mención era una réplica casi idéntica del techo del paradigmático restaurante Los Manantiales, en Xochimilco, Ciudad de México, construido en 1958 por Félix Candela en sociedad con los hermanos Joaquín y Fernando Álvarez Ordóñez. Precisando, el dibujo de los planos estructurales de los casinos es tomado literalmente de los dibujos que se hallan en el libro de Colin Faber: *Candela, The Shell Builder*. Es decir, los cascarones de ambos casinos eran bóvedas por arista de ocho gajos de bordes curvos. Hernando Parra, el arquitecto signatario de los planos arquitectónicos, elevó 1.82 m toda la estructura para evitar que las aristas en las que se juntan los pétalos descarguen el agua de lluvia al nivel del suelo, como sucede en el restaurante de Xochimilco. Los planos constructivos de González y las fotos de obra, proporcionadas por el ingeniero de obra Laercio Almeida, muestran que el sistema de encofrados de madera fue un aporte local original.[9]

El gemelo de la Brigada Número 19 Napo, frente a la ciudad de Coca, se encuentra en muy buen estado de operación y mantenimiento. Lastimosamente, el segundo gemelo, el de Esmeraldas, fue demolido, presumiblemente entre 1987 y 1989, debido a que su estructura se encontraba críticamente afectada por una falla geológica bajo el montículo sobre el que se emplazaba. Testigos mudos de su antigua presencia son tres pequeños parasoles-cascarones de concreto armado de 4 cm de espesor, mismos que aún se encuentran alrededor del lugar donde se situaba el edificio desaparecido. Comprensiblemente, la trágica desaparición del cascarón esmeraldeño dio al traste con los planes de poblar los recintos militares con más clones de Los Manantiales.

[9] Entrevista al General Laercio Almeida, 12 de abril de 2019.

Parasol-cascarón en el Batallón Montúfar, Esmeraldas. El casino desaparecido se hallaba en el fondo. Foto: Mauricio Luzuriaga, 2020.

La investigación acerca de los gemelos de Los Manantiales condujo a la incógnita de si hay otras réplicas alrededor del globo. Al día de hoy se tiene cuenta de siete clones, presentados a continuación en orden de su despliegue: el café Mirvari en Bakú, Azerbaiyán, de 1962; el café Bermet en Biskek, Kirguistán, de 1971. Azerbaiyán y Kirguistán formaban parte de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas en esos años; el pabellón para la exposición Federal de Jardines en Stuttgart, Alemania, construido en 1977 y demolido en 1982; los dos casinos ecuatorianos, uno en Coca, de 1979, y el otro que fue demolido en Esmeraldas, de 1980; el pabellón costero *Seerose* en Potsdam, entonces República Democrática Alemana, de 1983; y *L´ Oceanographic*, diseñado por el propio Candela pero construido póstumamente en Valencia, España, en 2003. Un estudio que indague sobre el afán de replicar edificios paradigmáticos se hace necesario.

Consideraciones finales

Un paseo por los casos de los cascarones de concreto armado que existen o existieron en el Ecuador nos ha permitido establecer las cualidades intrínsecas de dichos objetos, como su peculiar geometría, su alta *performance* estructural y sus bondades tecnológicas eficiencia material. También nos ha ayudado a comprender las circunstancias que animaron su aparición en el contexto nacional. Ha resultado interesante trazar líneas que nos ayuden a identificar el origen del cascarón ecuatoriano, especular acerca de cómo viajaron y llegaron las ideas para inspirar el trabajo y las mentes de arquitectos e ingenieros que nos han precedido. Evidentemente, el *hypar* se hizo conocido en la arquitectura moderna ecuatoriana, latinoamericana y mundial gracias a Félix Candela, el "mago de los cascarones", pero ¿fue más bien por vía de Charles F. McKirahan que el *hypar* adquirió niveles de fascinación respecto a una arquitectura de signo futurista? ¿Dicho encanto formal puede explicar la tendencia global por replicar la apariencia de proyectos icónicos? ¿Cómo se mide el valor simbólico de un mismo objeto arquitectónico al ser replicado en diferentes continentes y en diferentes décadas? Si bien, pese al tiempo transcurrido desde su construcción, la mayoría de los cascarones se conservan en buen estado, gracias a su reciedumbre intrínseca, queda clara la necesidad de conocer y valorar el patrimonio existente como medida previa a asegurar la protección de objetos que representan, en buena medida, nuestra identidad arquitectónica moderna.

Bibliografía

Anónimo, Castro Convertibles, *Tropic Florida living & design*, Fort Lauderdale, Sue Neiduski, marzo 2017, pp. 65-68.

Benavidez Solís, Jorge, *La Arquitectura del Siglo XX en Quito*, Quito, Banco Central del Ecuador, 1995.

Del Cueto Ruiz-Funes, Juan Ignacio, *Cascarones de Candela*, México, UNAM, 2016.

_____, *Cascarones de Concreto Armado. Revalorar para proteger un patrimonio de la arquitectura mexicana*, México, UNAM, 2015.

Del Pino Martínez, Inés y otros, *Ciudad y Arquitectura Republicana, Ecuador: 1850-1950*, Quito, Centro de Publicaciones-Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2009.

_____, Quito, *30 Años de Arquitectura Moderna*. Quito, Centro de Publicaciones-Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2003.

Drago, Elisa, "Alarde tecnológico y modernidad en la obra de Enrique De la Mora y Palomar", *Academia* XXII, 18, México, FA-UNAM, 2018.

Faber, Colin, *Las Estructuras de Candela*, 2da edición, México, Cía Editorial Continental, 1969.

Galindo, Jorge, Salazar, Carolina y Escobar, Diego, "El legado de Félix Candela en Colombia a través de seis proyectos inéditos", *Arquitectura*, vol. 14, núm. 1, pp. 17-28, ene-jun. 2018.

Garlock, Maria E. Moreyra y Billington, David P l., *Félix Candela. Engineer, Builder, Structural Artist*, Princeton University Art Museum/Yale University Press, New Heaven-Londres. 2009.

Le Corbusier, "El espacio inefable", *L'Architecture d'Aujourd'hui*, núm. especial, abr., 1946.

Luzuriaga, Mauricio, "El paraboloide hiperbólico de concreto armado en el Ecuador", *Revista DAYA* núm. 8, jun. 2020, pp. 233-256,

Luzuriaga, Mauricio y Ovalles, Rafael, "Concrete Thin Shells in Valencia-Venezuela", Proceedings. Sixth Structural Engineers World Congress, Cancún, nov. 2017.

Maldonado P., Carlos, "Gilberto Gatto Sobral en la arquitectura ecuatoriana", *Trama*. *Revista de Arquitectura*, núm. 50, feb. 1990, pp. 42-44.

Monard-Arciniegas, Shayarina, *Arquitectura Moderna de Quito en el contexto de la XI Conferencia Interamericana, 1954-1960*, Barcelona, UPC, 2015.

Moreira, Rubén y Álvarez, Yadhira, *Arquitectura de Quito. 1915-1985*, Quito, Trama, 2004.

Ortíz Crespo, Alfonso y otros, *Ciudad de Quito. Guía de Arquitectura*, Junta de Andalucía/ Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Quito-Sevilla, 2004.

Pacheco-Crosetti, Gustavo E. y Godoy Luis A., *Contribuciones de Porfirio Ballesteros en el área de Estructuras de Cáscaras,* IV LACCEI, Mayagüez, Puerto Rico, 2006.

Páez, Rafael, "Edificaciones con Paraboloides hiperbólicos. La obra de Félix Candela en México y de Álvaro Coto en Venezuela", *Tecnología y Construcción*, 55, 2011.

Peralta, Evelia, Agustín Patiño Crespo, "Ícono de búsquedas arquitectónicas, tecnológicas y de planificación en el Ecuador", *Revista Trama,* Quito, 2018.

Pozuelos, Víctor Daniel y Castillo Gallusser, Sandra, "Cubiertas Ala de Guatemala. Shell Structures by Mauricio Castillo Contoux", Proceedings. Sixth Structural Engineers World Congress, Cancún, nov. 2017.

Rivas, M., Fernando I., *Arquitectura Moderna en el Ecuador: Campus Universidad Central del Ecuador y la influencia de Gilberto Gatto Sobral*, Tesis de Maestría en Proyectos Arquitectónicos, Universidad de Cuenca, 2019.

Sánchez, Mariano, *Bodas de Oro Autoridad Portuaria de Guayaquil*, Guayaqui, Ed. Tradición, 2008.

Vega Jaramillo, Robinson Danilo, *Criterios de Diseño en Edificaciones Escolares Modernas en la Década del 60. La Obra del Arq. René Bravo en Guayaquil: "Escuela y Colegio Normal Católico y Escuela San José"*, Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca, 2016.

Archivos

Felix Candela architectural records and papers, 1950-1984, Avery Architecture and Fine Arts Library, Columbia University, Department of Drawings & Archives Box 08: Folder 07. Ecuador.

Diario *El Comercio*. Sección Arquitectura y Urbanismo, noviembre de 1951- mayo 1959.

Fort Lauderdale Historical Society Manuscript Collection. Fondo Reilly & McKirahan, McKirahan: Quito Hotel. 98.108 (s.f.).

Los cascarones de concreto de Félix Candela en Cuba[1]

María E. Moreyra Garlock

Félix Candela (1910-1997) fue famoso por sus diseños de estructuras laminares de concreto armado, con forma de paraboloide hiperbólico.[2] La mayoría de sus proyectos se realizaron en México, pero también diseñó estructuras en muchos otros países; Cuba entre ellos. La autora de este texto tuvo la oportunidad de visitar Cuba y estudiar las estructuras de Candela allí presentes como parte de la materia "A Social and Multi-dimensional Exploration of Structures", que se imparte bianualmente desde 2010, en la Universidad de Princeton, y cambia de tema en cada edición pero mantiene sus mismos objetivos pedagógicos. En otoño de 2016, el tema fue "Creatividad en las estructuras laminares cubanas" y la clase fue coimpartida por la autora y su colega Branko Glisic.[3]

Los materiales de archivo indican que durante su tiempo en Cuba, Candela trabajó estrechamente con el arquitecto Max Borges Jr. (1918-2009). Se puede afirmar que Borges fue el arquitecto cubano más importante en lo que concierne a los cascarones de concreto armado y que gran parte de su inspiración provino de Candela. Borges trabajó en la firma de arquitectos de su padre en La Habana, con su hermano Enrique.[4] Borges participó en el diseño de muchas estructuras emblemáticas de la capital cubana. De estas, la más notable son los Arcos de Cristal, del Cabaret Tropicana. Terminada en 1951, esta estructura llevó a Borges a la obtención de la medalla de oro del Colegio de Arquitectos, en 1953. Más informa-

Max Borges Jr. Arcos de Cristal del cabaret Tropicana, La Habana, Cuba, 1951. Foto: Department of Rare Books and Special Collections, Princeton Library.

[1] Traducción del inglés: Alberto López Martínez, UNAM.

[2] Garlock, M.E.M., Billington, D.P., *Félix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist*, Yale University Press, 2008.

[3] Más información sobre el curso y los temas anteriores se puede encontrar en el sitio web: <https://cubanshells.princeton.edu>. Es gracias a la clase CEE463 que fue posible el estudio de la obra de Candela en Cuba.

[4] "Max E. Borges Obituary", *The Washington Post*, 23 ene. 2009.

ción sobre las colaboraciones entre Borges y Candela se puede encontrar aquí.[5]

El objetivo de este capítulo es documentar los proyectos que Candela diseñó en Cuba, con base en fuentes primarias, como archivos de dibujos, fotografías y correspondencia. Dado que existió una fuerte colaboración con Borges, este capítulo también describe el enfoque que tuvo la colaboración entre los dos arquitectos. Finalmente, se cuestionan las afirmaciones sobre algunos cascarones de concreto que se cree que Candela diseñó en Cuba.

El equipo de Borges y Candela

Al enumerar los proyectos en los que Candela trabajó con Borges, tal y como se documentó en las fuentes primarias, se comprobó que dos de ellos no se realizaron en Cuba. Para 1955, un año después de su primer proyecto juntos, la correspondencia entre los dos arquitectos indica que Borges ya respetaba a Candela como ingeniero consultor. En una carta escrita a mano, de Borges a Candela, con fecha del 11 de octubre de 1955,[6] Borges menciona haber conocido a un arquitecto de San Francisco que le habló de un proyecto con cascarones. Borges escribe "no pude menos que decirle que tú eras el hombre quien tenia que estudiarle la estructura".

Borges y Candela colaboraron por primera vez en el cabaret La Jacaranda, en 1954. Este proyecto no se encontraba en Cuba, sino en la colonia Juárez, de la Ciudad de México (en el barrio comercial conocido como "la Zona Rosa"). Candela comenta que este proyecto fue "forzado",[7] aunque no se da ninguna otra información sobre el cómo o por qué de dicho comentario. La geometría del proyecto se basa en una sección de una esfera, y no es la típica forma paraboloide-hiperbólica de Candela. El interior del cascarón se pintó de negro para hacerlo desaparecer por la noche, algo que Borges ya había hecho tres años antes en el famoso cabaret Tropicana, de La Habana. Este proyecto pareció crear una amistad y una fuerte relación de trabajo entre Borges y Candela. Además, "los diseños ejecutados por Borges [...] después de su regreso de México conservan la impronta de Félix Candela".[8]

Max Borges Jr. y Félix Candela, Cabaret La Jacaranda, en la Zona Rosa, Ciudad de México, 1954.

La correspondencia entre ambos arquitectos, resguardada por la Universidad de Columbia, más específicamente por los archivos Avery,[9] consiste, por lo general, en que Borges presenta a Candela un proyecto en el que está trabajando, y le pide cálculos y planos estructurales. Es evidente que Candela no es el contratista/constructor de los proyectos, sino un consultor de ingeniería para Borges. A partir del 21 de

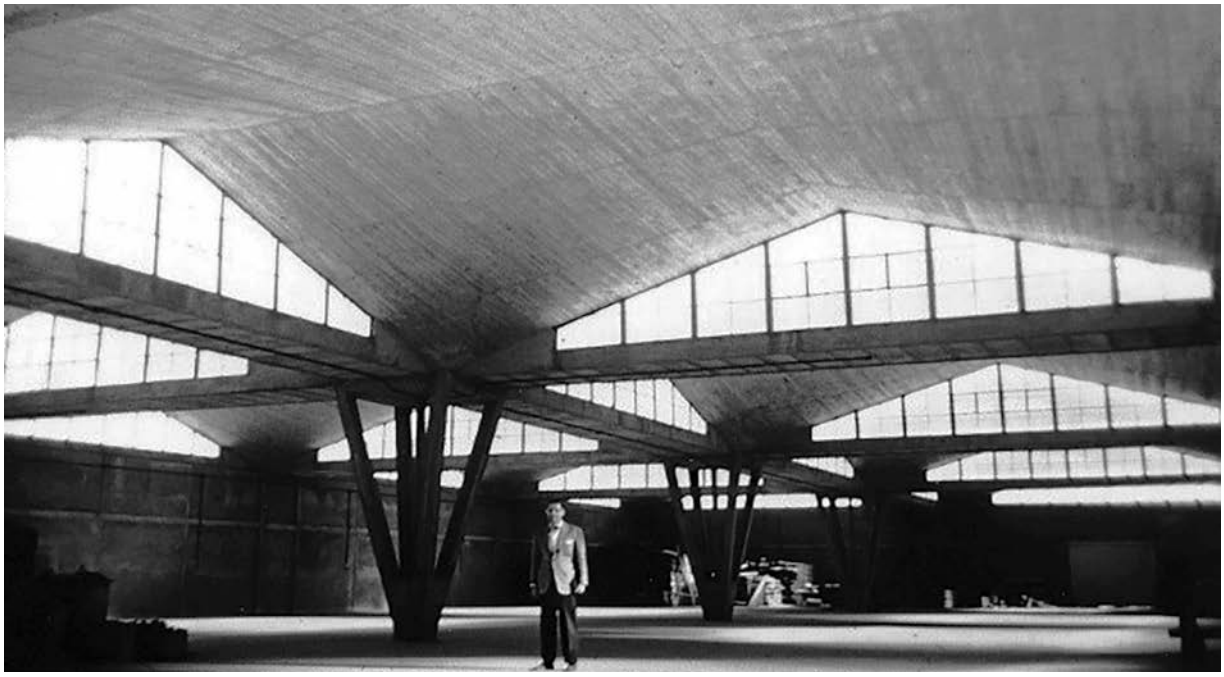
[5] Garlock, M.E.M., Glisic, B., "Thin Shell Concrete Structures of Félix Candela and Max Borges Jr.", *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures*, 2020; Ángel Manuel Álvarez Gómez, "Max Borges and Félix Candela Cabarets: Shared Shell Structures", *Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXVII, núm. 3, 2016.

[6] Columbia University, Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela architectural records and papers.

[7] Faber, C., *Candela, the Shell Builder*, Nueva York, 1963.

[8] Ángel Manuel Álvarez Gómez, "Max Borges and Félix Candela Cabarets: Shared Shell Structures", *Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXVII, núm. 3, 2016.

[9] Columbia University, Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela architectural records and papers.



Félix Candela, Almacén Herdez, San Bartolo, Naucalpan, México, 1955-56. Foto: Department of Rare Books and Special Collections, Princeton Library.

mayo de 1956, Borges se dirige a Candela como "Sr. Ing. Félix Candela", mientras que Candela se dirige constantemente a Borges como "Sr. Arq. Max Borges Jr.". Antes de esta fecha, Borges se dirige a Candela como "Sr. Félix Candela", sin el título de "Ingeniero". A la fecha de esta carta, los dos hombres habían colaborado en seis proyectos y se supone que a Borges le quedó claro que Candela, efectivamente, era el ingeniero de los proyectos, aunque no tuviera una educación formal en dicha área.

Esto lleva a la discusión de si Candela era un "ingeniero". Él era arquitecto de formación pero en la práctica no era arquitecto, sino un constructor e ingeniero con sensibilidad estética.[10] Trabajó con arquitectos, no como arquitecto. La evidencia viene de su papel como constructor y diseñador de sus mejores obras y de las propias palabras de Candela. En los años cincuenta comentó que "cada día me siento menos arquitecto; estoy perdiendo el interés en hacer planos y detalles de ventanas y cosas así".[11] Se identificó más como ingeniero y constructor: "Debo decir [...] que aunque soy arquitecto de formación, en la práctica soy constructor y contratista de edificios",[12] uno que hace sus propios cálculos y diseños de ingeniería.

Los proyectos de Candela construidos en Cuba

Candela colaboró en ocho proyectos con Borges, de los que seis están en Cuba. Uno de esos proyectos está registrado como "seis casas privadas frente al océano" pero no se encontró información sobre él, por lo que este estudio se centra en cinco proyectos de Candela que fueron construidos en Cuba, en colaboración con Max Borges.

[10] Garlock, M.E.M., Billington, D.P., *Félix Candela...*, *op. cit.*

[11] Faber, C., *Candela, the Shell Builder*, Nueva York, 1963.

[12] Candela, F., "Encuesta espacios" (entrevista con Félix Candela), *Espacios*, *Revista integral de arquitectura, planificación, artes plasticas*, 28, nov-dic,1955.

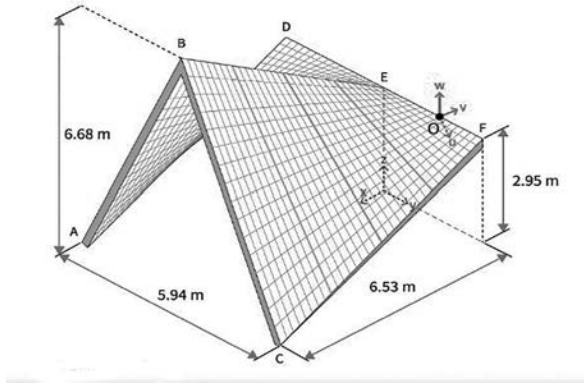
Max Borges Jr. y Félix Candela, Florería Antilla, La Habana, Cuba, 1956. Foto: Maria Garlock.

Adición al Colegio de la Salle, 1955-56

La ampliación al colegio de la Salle fue comentada en la correspondencia entre Candela y Borges, en mayo de 1955, y los dibujos estructurales de este proyecto se encuentran en los archivos Avery.[13] En Cuba no fue posible conseguir el permiso para visitar este edificio, por lo que no hay fotografías disponibles. La forma de la cubierta es similar a la que se empleó en el almacén de Herdez, en San Bartolo Naucalpan, México, en 1955-56. No está claro qué proyecto se diseñó primero, aunque las formas son muy similares y es probable que un proyecto haya inspirado al otro.

Florería Antilla, 1956

En una carta con fecha del 25 de agosto de 1955, Borges escribe a Candela sobre "aquél display de flores", un proyecto de él y de su hermano Enrique. Aunque no hay ningún nombre asociado al proyecto, el 9 de octubre de 1955, otro arquitecto escribe a Candela para decirle que le impresionó la forma de un techo en la "Calle 23, en el Vedado", indicando que le dijeron que fue Candela quien lo diseñó. Candela responde agradeciendo el cumplido. La



Max Jr. y Enrique Borges con Félix Candela, Tumba Núñez-Gálvez, en el Cementerio Colón, La Habana, 1958. Estado actual y dimensiones del paraboloide hiperbólico. Foto y análisis geométrico: Maria Garlock.

Calle 23 es la dirección de la Florería Antilla,[14] donde el techo es un solo paraguas en forma

[13] Columbia University, Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela architectural records and papers.

[14] Rodríguez, E. L., *The Havana Guide: Modern Architecture, 1925-1965*, Princeton Architectural Press, 2000.

de paraboloide hiperbólico. Originalmente, las paredes eran todas de vidrio, supuestamente para permitir la exhibición de flores. Hoy en día, ese espacio es una tienda que vende piezas para automóviles y ya no mantiene la elegancia del diseño original.

Tumba Núñez-Gálvez, 1957

La Tumba Núñez-Gálvez es un mausoleo en forma de carpa situado en el Cementerio Colón, de La Habana. Esta fue una colaboración entre Candela, Max Borges Jr. y su hermano Enrique Borges.[15] La Revolución del 1 de enero de 1959 ocurrió poco después de la realización de la estructura. Así, en una piedra de mármol está grabada una lista de solo seis nombres. El último de ellos con fecha del 17 de julio de 1958. El año de realización la Tumba de Núñez-Gálvez no está claro: en una fuente[16] la fecha es 1957 y en otra[17] es 1958. Aunque este proyecto aparece en un libro[18] escrito con la cooperación de Candela, no se encuentran dibujos estructurales, no aparece en el libro de cuentas, ni tampoco se menciona este proyecto en las numerosas cartas entre Borges y Candela durante este período. El interior de la tumba tiene un rocío de cemento, que cubre la huella que el encofrado del paraboloide hiperbólico haría después de descender. Este detalle contrasta con los proyectos de Candela en México, hechos a través de Cubiertas Ala, donde dejaría esta huella visible revelando así el proceso de construcción y su geometría. Además de añadir una estética transparente (honesta) a dichos proyectos.

Enrique Borges con Félix Candela, Casa de Enrique Borges, La Habana, Cuba, 1959. Foto: Maria Garlock.

Banco Núñez, 1957

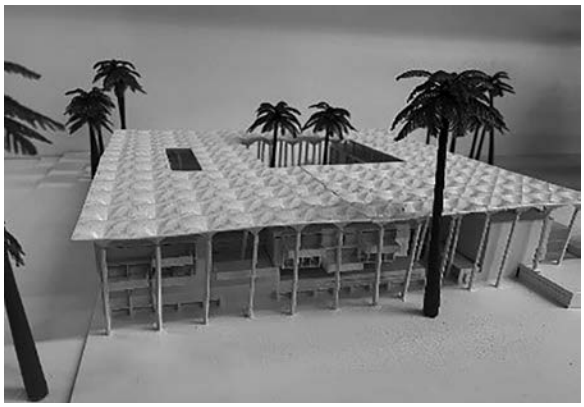
El Banco Núñez, hoy llamado Banco Metropolitano, consiste en seis paraguas de tres y cuatro lados que forman la cubierta del local, de planta triangular.[19] La idea de emplear paraguas para un banco se encuentra por primera vez en una carta de Candela a Borges, con fecha del 15 de julio de 1957, en la cual indica que adjunta planos estructurales. Estos planos se encuentran en los archivos Avery, y están fechados en el mes de julio de 1957.

Casa de Enrique Borges, 1959

El hogar del hermano de Max Borges Jr., Enrique Borges, está compuesto por paraguas y una larga marquesina que conduce a la entrada, imilar al concepto de la fábrica El León (México, 1957) y a una puerta cochera de la Embajada de los Estados Unidos, en Karachi (Pakistán, 1957).[20] Los planos estructurales de esta casa se pueden encontrar en los archivos Avery; así como en una significativa correspondencia entre Candela y los hermanos Borges. Hoy en día, esta estructura alberga las oficinas de un banco venezolano.

[15] *Idem.*
[16] *Idem.*
[17] Faber, C., *Candela, the Shell Builder*, *op. cit*.
[18] *Idem.*

[19] Rodríguez, E. L., *op. cit.*
[20] Faber, C., *Candela, the Shell Builder, op. cit.*



Josep Lluis Sert y Félix Candela, maqueta del Palacio Presidencial "Las Palmas" (no construido), La Habana, Cuba, 1957.

Los proyectos cubanos no construidos de Candela

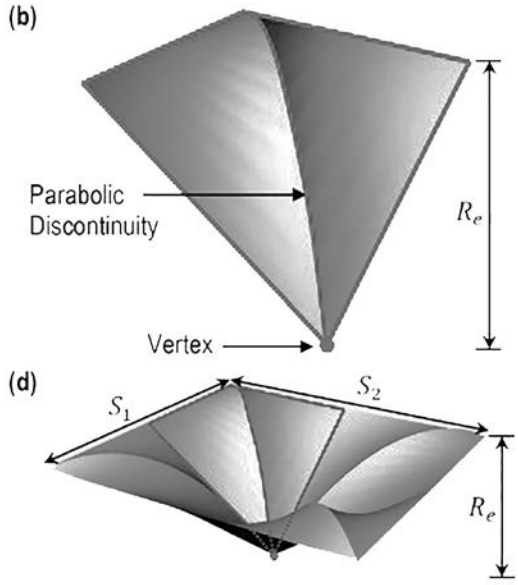
La situación política después de la Revolución Cubana de 1959 llevó a la familia Borges a dejar el país; y probablemente fue la razón de que Candela ya no diseñara más proyectos en Cuba. Había dos proyectos que Candela habría completado si no fuera por la situación política: un palacio presidencial y una serie de casas económicas para sectores de bajos ingresos.

Palacio Presidencial, 1957 (no construido)

El proyecto del Palacio Presidencial, en La Habana. se menciona en varias fuentes primarias.[21] El proyecto fue desarrollado por Josep Lluis Sert, arquitecto catalán exiliado en los Estados Unidos, y se le conocía como el palacio de "Las Palmas" por los paraguas que lo cubrían, pues su forma y sus proporciones estaban inspirados en la Palma Real, "símbolo de Cuba y elemento característico del paisaje de la isla".[22]

[21] Princeton University, Rare Books and Special Collections, Félix Candela Papers; Columbia University, Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela architectural records and papers; Faber, C., *Candela, the Shell Builder*, *op. cit.*

[22] Mendez, Weiner, Candela, Hideo, Sasaki, Sert, Romanach and Associates, *Palace of the palms, the presidential palace of Cuba*, Havana.



Geometría de un paraguas de ocho lados. Análisis geométrico y estructural: Maria Garlock.

Aunque Borges estaba al tanto del proyecto y de la participación de Candela, no está claro si Borges estaba involucrado. En una carta con fecha del 6 de septiembre de 1957,[23] Candela escribe a Borges para decirle que Sert lo llamó y lo invitó a diseñar la estructura. También le pide a Borges que le pregunte discretamente a Sert sobre sus honorarios.

El palacio formaba parte del Plan Piloto de La Habana, el cual pretendía modernizar la ciudad de La Habana, y Cuba en su conjunto. El arquitecto Josep Lluis Sert y Paúl Lester Wiener dirigieron la Asociación de Urbanismo (TPA).[24] El plan para el Palacio Presidencial tenía la intención de "crear una nueva imagen de la arquitectura que representaba el poder

[23] Columbia University, Avery Architectural and Fine Arts Library, Félix Candela architectural records and papers.

[24] L. M. Castañeda, "Constitutional modernism: Architecture and civil society in Cuba, 1933-1959", Timothy Hyde (review), *Modernism/modernity*, 20(3):610{612, 2013; Josep M. Rovira, Eric Mumford y Octavio Borgatello, *Sert 1928-1979. Complete Work: Half a Century of Architecture*, Barcelona, Fundació Joan Miró, 2005.

en la capital cubana". Sin embargo, los planes nunca se realizaron debido a la agitación política asociada con la Revolución.[25]

Las Palmas estaba compuesto por varios paraguas formados por ocho segmentos de paraboloide hiperbólico. Cada paraguas medía 8 x 8 m y cubría una superficie de 64 m². La apariencia es similar a la de la estación del metro Candelaria (Ciudad de México, 1969), aunque en esta se utilizan paraguas de 12 segmentos de *hypar*. Alrededor de la época de Las Palmas, Candela estaba diseñando el Mercado de Jamaica, en la Ciudad de México, resuelto también con paraguas de ocho segmentos de *hypar* para darle más curvatura al paraguas y, por lo tanto, más rigidez, debido a las proporciones. Se hizo de esta manera gracias a que el proyecto contaba con una gran área (18 x 18 m) y una baja elevación (plana). Desafortunadamente, se observaron desviaciones excesivas y Candela dijo "Me temo que hemos cruzado el límite"; y no estaba satisfecho con el resultado.[26] Los análisis estructurales de elementos finitos han comparado el rendimiento de los paraguas de ocho lados con los de cuatro lados.[27] Los resultados muestran que el paraguas de cuatro lados tiene un rendimiento superior comparado con el paraguas de ocho lados, en términos de deflexión y tensión. Este comportamiento contrasta con la suposición de Candela de que el paraguas de ocho segmentos de *hypar* sería más rígido que el de cuatro.

[25] Josep M. Rovira, Eric Mumford y Octavio Borgatello, *op. cit.*
[26] Faber, C., *Candela, the Shell Builder, op. cit.*
[27] Wang. S., Levine, A. Garlock, M.E.M., "Structural Evaluation of Félix Candela's 8-Sided Hyperbolic Paraboloidal Umbrellas," *Engineering Structures*, Elsevier, 2019; Levine, A., Garlock, M.E.M., "Structural comparison of Candela's 4-sided and 8-sided concrete umbrellas", Proceedings of the IASS Annual Symposium 2018, jul. 16-20, Cambridge, Mass.

Félix Candela, casa económica tipo, en construcción, Monterrey, Mexico, 1959. Foto: Department of Rare Books and Special Collections, Princeton Library.

Casas económicas

Poco después de la Revolución Cubana, la familia Borges se instaló en los Estados Unidos y nunca regresó a su país. Durante varios meses no hubo comunicación entre Borges y Candela, hasta principios de julio de 1959, cuando Borges escribe a Candela para hacerle saber que están en New Hampshire y que se encuentran desanimados por los acontecimientos en Cuba. Candela responde el 9 de julio de 1959, agradeciendo el saber sobre su amigo y animándolo a resistir. También menciona algunos proyectos de viviendas económicas en Cuba:

> No te escribí antes porque estaba seguro de que no os había pasado nada, por informaciones de paisanos vuestros, y porque estaba esperando a hacerlo cuando supiera algo concreto de un asunto que podía haber sido muy interesante desde el punto de vista de trabajo, y en el que había pensado involucrarte. Me pidió hace tiempo Fidel, por medio de unos amigos comunes, unos proyectos para casas baratas asunto en el que estaba muy interesado y que hubiera llevado a cabo de inmediato si las cosas se hubieran desarrollado de otro modo. Se los mandé inmediatamente y parece que fueron muy bien recibidos. Se trata de unas casitas

> con techo de paraguas hacia abajo, de las que hemos construido seis, con gran éxito, para Bacardí. Vamos hacer 100 más para los mismos, y si la cosa se resuelve bien es posible que hagamos un pueblo de 5 000 aquí en México.

La situación en Cuba no cambió, Max Borges no regresó al país y no se pudieron encontrar pruebas de que estas viviendas se hubieran construido. Sin embargo, se construyeron más de un centenar de esas casas en Monterrey (México): "La estructura, usada repetidamente, era económica porque todas las cargas de los techos se concentraban en un punto, con el consiguiente ahorro en los cimientos. Sus habitantes llaman a estas casas "las casas japonesas".[28] Candela también construyó treinta de estructuras de este tipo para los bungalows del hotel Casino de la Selva, en Cuernavaca.

¿Candela diseñó algo más en Cuba?

En algunos sitios de Internet y en un libro[29] se ha dicho que Candela trabajó con Max Borges Jr. en dos de los proyectos más exitosos de Borges: los Arcos de Cristal del cabaret Tropicana, de 1951, y el Club Náutico, de 1953, pero es poco probable que Candela haya participado en estos proyectos por las razones que se exponent a continuación:

Los Arcos de Cristal son una serie telescópica de arcos de concreto armado que dirigen la vista hacia el escenario del mundialmente famoso cabaret Tropicana, en La Habana.[30] Max Borges Jr. recibió, en 1953, la Medalla de Oro del Colegio de Arquitectos de Cuba por este diseño, que fue presentado en la exposición

Max Borges Jr. Club Naútico, La Habana, 1953. Foto: Department of Rare Books and Special Collections, Princeton Library.

Paraguas en Cuba: mirador del puente Bacunayaguay (arriba) y parada de autobús cerca de la Florería Antilla (abajo). Fotos: Maria Garlock.

del moma, de 1955, "Arquitectura Latinoamericana desde 1945". Sin embargo, es improbable la participación de Candela, pues Los Arcos de Cristal se completaron en 1951, sólo un año después de que Cubiertas Ala se formara, y el mismo año en que Candela completó la estructura paraboloide-hiperbólica del Pabellón

[28] Faber, C., *Candela, the Shell Builder, op. cit.*
[29] Boyce, V., Levine, A., Garlock, M., Glisic, B., "Structural Analysis of the Arcos de Cristal in the Tropicana Night Club", Proceedings of the IASS Annual Symposium 2017, sep. 25-28, 2017, Hamburgo, Alemania.
[30] *Idem.*

Otros ejemplos de cascarones de concreto en la isla: bungalow en una playa al este de La Habana, y cubierta a la entrada de la casa de Eusebio Leal, 1957. Fotos: Maria Garlock.

de Rayos Cósmicos, del Campus Central de la Universidad Nacional Autónoma de México. Al momento de diseñar los Arcos de Cristal, el nombre de Candela no era aún conocido, o al menos no lo era fuera de México. Además, no hay evidencia de esta estructura en el catálogo que enumera todos los proyectos de Cubiertas Ala encargados desde 1950, y en los archivos Avery no hay dibujos estructurales ni correspondencia relativos a este proyecto ni se menciona en el conocido libro de Colin Faber, que es esencialmente una biografía de Candela y sus obras, escrita mientras su autor trabajaba junto a Candela. Es lógico pensar que, al ser una estructura famosa y reconocida, habría sido incluida en este libro.

En el caso del Club Náutico, se pueden dar los mismos argumentos para apoyar la tesis de que Candela no participó en el diseño. Además, se puede establecer que Borges y Candela colaboraron por primera vez en 1954, en el Cabaret La Jacaranda, en México, tiempo después de la realización de cualquiera de estos proyectos.

En toda Cuba se ven muchos cascarones en forma de paraguas, como los del mirador Bacunayaguay, los de la cafetería del cabaret Tropicana y los de varias paradas de autobús que aún existen en La Habana. No se sabe si Candela participó en esos diseños, pero incluso si no hubiera sido así, se puede asegurar que tuvo influencia en la arquitectura de los paraguas, inspirada en los que diseñó en México.

Asimismo, en territorio cubano se pueden apreciar otras formas de cascarones de concreto, cuya inspección *in situ* permite asegurar que Candela no estuvo involucrado en su diseño, pues carecen de la elegancia, la delgadez y los detalles que caracterizan su vasta obra.

Comentarios finales

El colaborador más cercano de Candela en Cuba fue el arquitecto Max Borges Jr. El papel de Candela en estos proyectos de colaboración era claramente el de un ingeniero, no el de constructor ni el de arquitecto. Aunque Candela no diseñó muchos proyectos en Cuba, es evidente que tuvo una influencia en la arquitectura de los cascarones de concreto, que se extendió más allá de la de Max Borges Jr. Parte de esa evidencia proviene de atribuciones erróneas a Candela sobre su autoría y participación en los icónicos cascarones de Cuba y, también, de las numerosas estructuras de paraboloide hiperbólico que se observan en la isla.

Archivos

Félix Candela architectural records and papers, Avery Architectural and Fine Arts Library, Columbia University.

Félix Candela Papers. Princeton University, Rare Books and Special Collections, .

Bibliografía

Álvarez Gómez, Á. M., "Max Borges and Félix Candela Cabarets: Shared Shell Structures", *Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXVII, núm. 3, 2016.

Boyce, V., Levine, A., Garlock, M., Glisic, B., "Structural Analysis of the Arcos de Cristal in the Tropicana Night Club", Proceedings of the IASS Annual Symposium 2017, sep. 25 - 28, 2017, Hamburgo, Alemania.

Candela, F., "Encuesta espacios" (entrevista con Félix Candela), *Espacios*, *Revista integral de arquitectura, planificación, artes plásticas*, 28, nov-dic, 1955.

Castañeda, L.M., *Constitutional modernism: Architecture and civil society in Cuba*, 1933-1959, Timothy Hyde (review). Modernism/modernity, 20(3):610{612, 2013. doi: 10.1353/mod.2013.0072.

Faber, C., *Candela, the Shell Builder*, Nueva York, 1963.

Garlock, M.E.M. y Billington, D.P., *Félix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist*, Yale University Press, 2008.

Garlock, M.E.M., Glisic, B., "Thin Shell Concrete Structures of Félix Candela and Max Borges Jr.", *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures*, 2020.

Gómez Díaz, F., *De Forestier a Sert*, Madrid, Abada, 2008.

Levine, A., Garlock, M.E.M., "Structural comparison of Candela's 4-sided and 8-sided concrete umbrellas", Proceedings of the IASS Annual Symposium 2018, jul. 16-20, Cambridge, Mass.

"Max E. Borges Obituary", *The Washington Post*, 23 ene. 2009, <http://www.legacy.com/obituaries/washingtonpost/obituary.aspx?page=lifestory&pi>.

Méndez, Weiner, Candela, Hideo Sasaki, Sert, Romanach and Associates, "Palace of the palms, the presidential palace of Cuba: Havana".

Rodríguez, E. L., *The Havana Guide: Modern Architecture, 1925-1965*, Princeton Architectural Press, 2000.

Rovira, J.M., E. Mumford y O. Borgatello, *Sert 1928-1979. Complete Work: Half a Century of Architecture*, Fundació Joan Miró, 2005.

Wang. S., Levine, A. Garlock, M.E.M., "Structural Evaluation of Félix Candela's 8-Sided Hyperbolic Paraboloidal Umbrellas", *Engineering Structures*, Elsevier, 2019.

Paraboloides hiperbólicos en la arquitectura moderna dominicana

Alex Martínez Suárez

Durante el siglo xx, las estructuras hiperbólicas jugaron un papel fundamental en la búsqueda de la nueva espacialidad y expresión formal que caracterizó al movimiento moderno. Esta tendencia fue explorada en todo su esplendor por Félix Candela y tuvo su influencia en la arquitectura dominicana realizada durante los años sesenta y setenta por una generación de arquitectos que regresaron a República Dominicana tras haber terminado sus estudios en el extranjero. Los datos levantados para este artículo son el resultado de recorridos y consultas realizadas a muchos de estos protagonistas de la historia de nuestra arquitectura.

El principio fundamental del paraboloide hiperbólico o *hypar* (acrónimo en inglés) se basa en la generación de una superficie reglada, formada por el desplazamiento de una línea sobre dos líneas opuestas que se cruzan en el espacio, o variando el ángulo de inclinación de una recta que se mueve encima de otra curva. En arquitectura, esta técnica ha sido utilizada por arquitectos e ingenieros para realizar cubiertas de doble curvatura; durante el siglo xx jugó un papel fundamental, sobre todo en la corriente formalista del movimiento moderno.

Ya desde el siglo xix era una de las herramientas utilizadas por Gaudí. Casi medio siglo después, un arquitecto español exiliado en México se convertiría en la figura universal más destacada en el ámbito de los paraboloides hiperbólicos: Félix Candela, quien se había formado en la Escuela de Arquitectura Madrid en la primera mitad de la década de 1930 y había recibido la influencia de su paisano Eduardo Torroja, uno de los ingenieros más notables y osados de aquella época, por sus diseños de estructuras laminares de concreto armado. En las décadas de los años cincuenta y sesenta, Candela produjo una excepcional cantidad de proyectos basados en paraboloides hiperbólicos.

Aunque Le Corbusier, Kenzo Tange, Kisho Kurokawa, Frei Otto y muchos otros arquitectos modernos experimentaron con este tipo de estructuras, se puede afirmar que Félix Candela fue uno de los que mejor las comprendió y utilizó.

Desde un punto de vista espacial, el uso del *hypar* ofrece la posibilidad de liberar los espacios interiores disminuyendo la cantidad de apoyos verticales y al mismo tiempo agrega un interesante valor estético en las cubiertas. Una de las primeras manifestaciones de una

Dunoyer de Segonzac y Pierre Dupré, Basílica de Higüey, 1947. Foto: Max Pou, Archivo de Arquitectura Antillana.

arquitectura neoexpresionista[1] en la República Dominicana –con un tímido manejo de los paraboloides hiperbólicos– es el diseño de los franceses André Dunoyer de Segonzac y Pierre Dupré, para la Basílica de Higüey,[2] realizado

[1] Entre otros proyectos pioneros de este tipo, realizados durante la década de los cuarenta y cincuenta se destacan el Mercado Modelo de la Av. Mella, la concha acústica del Hotel Embajador y otras estructuras abovedadas en la Feria de la Paz.

[2] Concurso Internacional realizado entre 1947 y 1949; su construcción comenzó en 1954 y fue inaugurada en 1971, durante el gobierno del doctor Joaquín Balaguer. En algunas partes de la basílica, Dunoyer de Segonzac diseña según premisas del maestro español Eduardo Torroja, pero le quita los arbotantes y crea el arco que no tiene empujes laterales.

Dunoyer de Segonzac y Pierre Dupré, pasarela techada en el atrio de la Basílica de Higüey, 1947. Foto: Alex Martínez Suárez.

Víctor Thomen y Víctor Pizano, Iglesia Adventista, Santo Domingo, proceso constructivo, 1960. Foto: Víctor Pizano.

Víctor Thomen y Víctor Pizano, Iglesia Adventista, Santo Domingo, 1960. Foto: Adolfo Despradel y Eddy Guzmán.

a finales de los cuarenta. En la entrada frontal del atrio que abraza la llegada a la basílica, una pasarela parabólica techada recuerda el gesto de Bernini en la plaza San Pedro, del Vaticano. Esta obra funge como predecesora de una tendencia (desde un punto de vista formal y experimental) que surgiría en el panorama local diez años más tarde.

La década de los sesenta fue un momento de luchas políticas y sociales en República Dominicana, una etapa de transición de la dictadura a la libertad, que coincidió con la llegada al país de la llamada segunda generación de arquitectos dominicanos, quienes empezaron a ver la arquitectura desde otro punto de vista. Muchos habían realizado sus estudios de grado o posgrado fuera del país y regresaban con ideas y técnicas nuevas. A ese grupo le tocó trillar el camino de una arquitectura que evolucionara desde la tradición moderna hacia una nueva visión, al mismo tiempo que se establecían las bases del urbanismo dominicano, que aún estaba en pañales. Dentro de este grupo se destacan Rafael Calventi, Fred Goico, Eugenio Pérez Montás, Roberto Bergés, Leopoldo Franco, Manuel Salvador Gautier, Erwin Cott, Milán Lora, César Iván Feris Iglesias, Guillermo Santoni y Luis Despradel. Muchos se integra-

ron a la docencia en las escuelas de Arquitectura, mientras ejercían su práctica privada.

Las aportaciones estructuralistas de Pier Luigi Nervi, los cascarones de Félix Candela y la exuberante expresión formal de Oscar Niemeyer estimularon decididamente a una parte de esta generación motivada por la búsqueda de innovar y experimentar con un nuevo lenguaje en la arquitectura local.

A inicios de los años sesenta se empezaron a ver obras donde se evidenciaba esa búsqueda, a través de exploraciones con riesgos estructurales, nuevas concepciones espaciales, maneras diferentes de interactuar con el entorno, el uso de materiales vistos y soluciones más elaboradas para las cubiertas; también la utilización de un lenguaje común a partir del uso de elementos como las superficies permeables, cierres frágiles, detalles traslúcidos, combinación de calados y paneles prefabricados.

A finales de 1958 dos ingenieros dominicanos, Víctor Thomén y Víctor Pizano,[3] dieron los primeros pasos para realizar estructuras parabólicas en el país. Empezaron con dos simples paraguas de concreto en el exterior de una finca –propiedad de don Eddie Brugal – ubicada en la carretera que iba a San Cristóbal.[4] Este experimento sirvió como ensayo para la materialización de la iglesia adventista de la avenida Máximo Gómez dos años después.[5] Construida y diseñada por el ingeniero Thomén y calculada por Pizano, esta iglesia fue la primera gran estructura del país hecha con paraboloides hiperbólicos. Esta icónica pieza escultural consiste en un espacio circular cerrado con vidrio y con un techo parabólico autoportante formado por dos triángulos inclinados que se quiebran hacia el centro. Hasta el momento, en varias publicaciones sobre arquitectura dominicana se le había otorgado la autoría de dicha obra al arquitecto Guillermo Santoni, sin embargo, el testimonio del calculista del proyecto desmiente este dato.

También en 1960, los arquitectos Hugo Quezada y Noel Giraldi,[6] con los ingenieros Rafael "Cucuyo" Báez y Jimmy Durán, diseñaron y construyeron La Técnica, tienda de exhibiciones de Peugeot en el país, ubicada en la Máximo Gómez con Nicolás de Ovando (hoy modificada y ocupada por Tiendas Corripio).

Otro despacho pionero, y quizá el que más trabajó con los paraboloides hiperbólicos en República Dominicana, fue el de la dupla Cott y Gautier,[7] quienes, al regresar de sus estudios en Italia, empezaron a usarlos en los techos de naves industriales (Laboratorios Collado e Industrias Petroquímica, en Santo Domingo) para lograr aperturas de luz entre las estructuras. En 1965 realizaron la capilla del Orfanato Salesiano de Haina (hoy Hogar Escuela Santo Domingo Savio), uno de sus proyectos más importantes: una notable estructura techada con una imponente cubierta parabólica donde utilizaron la naturaleza como cierre, con calados que dejaban pasar el aire. Es un templo abierto

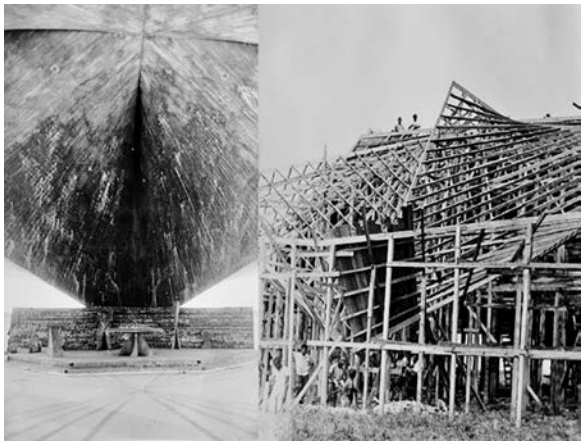
[3] Ambos ingenieros, Víctor Thomén y Víctor Pizano (primos hermanos), habían realizado sus estudios de Ingeniería en la Universidad de Santo Domingo, y de posgrado en el Rensselaer Polytechnic Institute, de Estados Unidos, y a su regreso colaboraron juntos en varios proyectos de paraboloides.

[4] En los terrenos donde posteriormente se ubicó el establecimiento Le Petit Chateau, en la autopista 30 de Mayo.

[5] El nombre original del proyecto de la iglesia adventista de la Máximo Gómez era: Auditorio La Voz de la Esperanza.

[6] El arquitecto Giraldi trabajó con Dunoyer de Segonzac en el proceso de terminación de la basílica de Higüey.

[7] Durante la década de los cincuenta estudiaron en Roma bajo la tutela de Pier Luigi Nervi, cuando realizaba importantes trabajos para los juegos olímpicos de 1960 y la feria internacional de Torino de 1961. Durante su práctica, tuvieron la oportunidad de intercambiar opiniones sobre su obra con Kenzo Tange y Félix Candela, en distintas oportunidades y encuentros internacionales.



Erwin Cott & Manuel S. Gautier, antigua Capilla del Orfanato Salesiano de Haina, hoy Hogar Escuela Santo Domingo Savio. Proceso constructivo, 1965. Foto: Archivo Erwin Cott.

Erwin Cott & Manuel S. Gautier, antigua Capilla del Orfanato Salesiano de Haina, hoy Hogar Escuela Santo Domingo Savio, 1965. Foto: Alex Martínez Suárez.

con detalles interiores muy mínimos, donde el pie del altar y el ambón eran paraboloides de concreto. La capilla de Haina era originalmente asimétrica, y luego se construyó de manera simétrica. Junto a la antigua capilla se encuentra un bloque de aulas con estructuras parabólicas en vuelo, de cuya construcción no se tiene ninguna información.

En los años posteriores plantearon otros proyectos con paraboloides que, desafortunadamente, no fueron construidos, como el concurso del edificio de la Cruz Roja de 1964, un edificio con peristilo y techado en paraboloide, la Iglesia de la Santísima Trinidad –muy influenciada por las de Candela– y la iglesia Pío X, un paraboloide generado con un corte tipo "silla de montar", demolida durante la guerra de abril, cuando estaba en construcción. Entre sus proyectos construidos se encuentran los paneles interiores del Teatro Olympia, primera decoración de interiores basada en paraboloides. Es importante destacar al ingeniero Alfredo Ricart, quien estuvo a cargo de los cálculos estructurales de varias de estas obras.

Alrededor de 1969, Cott y Gautier realizaron el conjunto Conalco-Shell,[8] de la avenida Máximo Gómez, compuesto por un interesante edifico de oficinas de tres niveles –con estructura vista– y una estación de servicio techada con cinco paraboloides de diferentes alturas. El área de oficina de servicios estaba suspendida sobre el suelo, y estructuralmente se colgaba de unos de los paraboloides.

Ese tramo de esa avenida se convirtió en una esquina dinámica, con una imagen "futurista" de la ciudad, por la presencia de estas impactantes edificaciones, contiguas al templo adventista –mencionado anteriormente– y una moderna edificación del supermercado dominicano en la misma cuadra, con una fachada que integra losas abovedadas en voladizo, realizada por el ingeniero Ricart.

Durante los sesenta, además, Guillermo Santoni y Ketty Bisonó diseñaron la antigua iglesia de Los Prados –hoy modificada–, uno de los proyectos expresionistas de la época. El templo es un edifico sencillo con una cubierta formada por cuatro paraguas excéntricos que no se unían y dejaban entrar la luz por la junta; sus columnas eran poliformes, y su perímetro se ce-

[8] Conalco fue el primer edificio peristilado de Santo Domingo, y tenía evidentes rasgos estructuralistas de la escuela de Nervi. Los paraboloides de la estación Shell fueron demolidos hace algunas décadas, en uno de los intentos de "modernizar" su imagen.

Erwin Cott & Manuel S. Gautier, Edificio Conalco y la Estación de Servicios Shell, en la avenida Máximo Gómez, 1969. Foto: Archivo Erwin Cott.

Víctor Bisonó, antiguo Noviciado Salesiano, hoy Albergue Infantil Educativo de Moca, 1965. Foto: Archivo Víctor Bisonó.

rraba con calados y vidrios de colores. Llama la atención el campanario a modo de torreón, compuesto de tres curvas convexas plegadas, de concreto.

En 1966, la Residencia Nader,[9] de José Manuel "Nani" Reyes, aparece con un juego de estructuras parabólicas –tipo paraguas– en el garaje que, además de proteger los vehículos, cubría el recorrido de entrada de la casa. También se utilizaron en el mercado de Los Mina, de Jimmy Durán y el Mercado Nuevo, de la avenida Duarte, de Rafael Calventi, en 1969. Este último fue construido por los ingenieros Everaldo Roa y Víctor Pizano, quien comenta que en el complejo del mercado se encontraba un amplio catálogo de estructuras laminares de concreto: bóvedas de crucería y cilíndricas, paraboloides y "hasta réplicas de obras de Nervi".[10]

Es indudable que durante esta época se intentaba plantear un cambio espacial y sensorial en los centros religiosos con una estética expresionista que, con el uso de paraboloides o no, se nota en proyectos como la antigua iglesia de San Antonio de Padua, de Gazcue; la iglesia del Colegio Claret, y la capilla del cementerio Cristo Redentor, entre otras de épocas posteriores.

Una de las estructuras parabólicas más populares de Santo Domingo es el pabellón localizado en la Plaza de la Cultura, justo detrás del Museo de Arte Moderno, donde durante un tiempo estuvo el Restaurante Maniquí.

Este pabellón de paraboloides fue un trabajo colaborativo de un equipo de la Dirección General de Edificaciones de la Secretaría de Obras Públicas, en el que el ingeniero Rafael Marion-Landais sugirió y calculó el tipo de cubierta, mientras que el arquitecto George Asmar materializó la obra en 1969; se construyó como un ente independiente, dentro del conjunto, para que sirviera de cafetería.

En la década de los setenta se continuaron haciendo proyectos, como la entrada del Parque Zoológico Nacional, diseñada por Alfredo Ricart, en la que se utiliza la misma estética de los kioscos del parque Mirador Sur y del aeropuerto internacional Las Américas, de Fred Goico –a pesar de que estas últimas son conoides

[9] Ubicada en la avenida Roberto Pastoriza, en Santo Domingo, recientemente ha sido demolida para construir una torre de apartamentos.

[10] Pizano admite que la entrada fue una copia fiel de la entrada de la sede de la Unesco de París, realizada por Pier Luigi Nervi en 1952-1958.

Pedro Gamundi y César A. Abreu, Iglesia del Colegio Agustiniano de la Vega, 1970. Foto: Francisco Manosalvas, Archivo Arquitexto.

y no paraboloides. El arquitecto Manolito Baquero proyectó una cubierta parabólica para los almacenes de Casa Velásquez, de la avenida Leopoldo Navarro, calculada por Alfredo Ricart. Esta técnica también se puso de moda para resaltar las entradas y portales de fincas y complejos privados de todo el país.

Entre 1972 y 1974 se concluyó la residencia Sierra Fernández,[11] una de las primeras casas del sector Los Cacicazgos, diseñada y construida por el joven arquitecto y artista plástico Gustavo Sierra para sus padres. Esta vivienda de dos niveles es muy peculiar: está diseñada para responder a un programa de áreas flexible que necesitaba una familia que convivía en comunidad y con intimidad limitada. De corte brutalista, tiene un gran paraboloide central que techa toda la casa, sus espacios son abiertos y con poca definición de usos; tiene una gran integración con el exterior mediante ventanas de celosía de cristal, claro que se intercalan con muros de bloques de concreto vistos.

[11] Calculada por el ingeniero Carlos Guzmán Belliard.

Paraboloides en regiones del interior del país

Ha sido una agradable sorpresa el hecho de que durante esta investigación se han encontrado interesantísimas obras realizadas con paraboloides en la región del Cibao, específicamente en Santiago, Moca, La Vega y Puerto Plata; y en el este, en La Romana y El Seibo.

En Santiago, la firma Mera, Muñoz y Fondeur realizó, en 1962, los primeros paraboloides de la zona del Cibao para la Delta Comercial,[12] en la avenida Bartolomé Colón –hoy demolido– y en 1965 para los estacionamientos del antiguo edificio de las oficinas de Haché,[13] en el centro histórico de Santiago. Ambos proyectos fueron diseñados por Francisco "Cuqui" Batista y calculados por el ingeniero Horacio Ortega. Otras

[12] El ingeniero Bolívar Díaz y el arquitecto "Cuqui" Batista dicen que se utilizó este recurso por pura funcionalidad y economía. Se le hizo la recomendación al señor Enrique Peynado, porque era la cubierta más barata, una losa de 5 cm.

[13] Por un problema del desagüe central, uno de los paraboloides se derrumbó y por precaución tuvieron que anclarlos a los muros perimetrales.

estructuras relacionadas con el lenguaje de la época se encuentran en el Mercado Central de Pueblo Nuevo, a pesar de que son más bien estructuras abovedadas, y no parabólicas.

Recién llegado de Italia en 1965, el arquitecto Víctor Bisonó realizó su primer proyecto en Moca, un complejo para el antiguo noviciado salesiano, hoy Albergue Infantil Educativo de Moca. Una tipología atípica de cubierta parabólica con bordes curvos de tan solo 7 cm de espesor cubría dos bloques que originalmente estaban destinados a dormitorios, aulas y áreas administrativas. Un tercer bloque de oficinas de administración se articula con los otros por medio de pasarelas de cubiertas parabólicas sencillas. Originalmente, sus cierres eran muros de bloques pintados de blanco que no llegaban hasta la cubierta y completados por calados y aperturas superiores para lograr que la ventilación y la luz natural penetraran al interior.

En la ciudad de La Vega, a partir de 1968, el arquitecto Pedro Gamundi y el ingeniero César Arturo Abreu,[14] justo cuando regresaron de terminar sus estudios en Estados Unidos y España, respectivamente, estaban motivados a trabajar con formas, fórmulas y modelos estructurales de libros provenientes de Estados Unidos, los cuales incluían cascarones y láminas de concreto con múltiples posibilidades de experimentación.

La primera obra que realizaron fue la sede de la Asociación de Ahorros y Préstamos La Vega Real (Alaver). El proyecto consistía en una estructura tipo paraguas[15] con cierre frontal de vidrio –hoy muy modificada. En 1970 realizaron la imponente iglesia del Colegio Agustiniano que, planteada en principio como un salón cultural, se convirtió en la primera estructura atrevida de la ciudad de La Vega:

Pedro Gamundi y César A. Abreu, capilla del Instituto Agronómico y Técnico Salesiano (Iatesa), La Vega, c. 1972. Foto: Alex Martínez Suárez.

Mera, Muñoz & Fondeur, pasarelas del Instituto Agronómico y Técnico Salesiano (Iatesa), La Vega, 1968. Foto: Francisco Manosalvas, Archivo Arquitexto.

[14] César A. Abreu cursó dos años de carrera en la Universidad de Santo Domingo, pero tuvo que salir del país por sus actividades antitrujistas, y terminó sus estudios de grado y posgrado en la Universidad de Columbia, Nueva York. Admite que logró adquirir una sólida base académica de importantes maestros dominicanos, a quienes da el crédito de inculcar en él valores significativos para su carrera.

[15] El ingeniero Abreu cuenta que el paraguas fue siempre un tipo de estructura muy desacreditado, ya que era de conocimiento público que, en el mercado de Los Mina, de Santo Domingo, se habían derrumbado algunos paraboloides porque tenían los desagües pluviales en el centro y al no recibir mantenimiento, se tapaban y afectaban la estructura. Esta estructura había sido construida por el ingeniero Jimmy Durán.

Julio A. Hernández, Mercado Municipal de Puerto Plata, 1965. Foto: Francisco Manosalvas, Archivo Arquitexto.

una majestuosa y escultural cubierta que se pliega hacia los cuatro puntos con cierre original de ventanas de madera –hoy de aluminio– y piezas prefabricadas de asbesto cemento en las zonas superiores. En su disposición interior, unas piezas curvas de concreto visto realzan el área del altar y fragmentan el gran espacio, con lo que se genera uno más íntimo hacia el otro lado, una capilla para ceremonias más pequeñas.

Terminado este proyecto, realizaron la capilla del Instituto Agronómico y Técnico Salesiano (Iatesa), ubicado en las afueras de La Vega; allí plantearon una capilla pequeña, simétrica y austera, techada por cuatro paraguas que flotan y no se tocan entre sí, solo queda una brecha de luz en forma de cruz como lucernario traslúcido –idea parecida a la de la Iglesia de los Prados. El cierre perimetral está logrado con puertas de cristal en el centro y calados de concreto que no llegan hasta el techo, lo que permite que la luz resalte la pureza y la geometría de su estructura. Al hacer la capilla ya se habían construido, en 1968, las pasarelas parabólicas[16] que articulan los edificios del conjunto.

Alrededor de 1965, mientras trabajaba en el Departamento de Arquitectura, de la Liga Municipal, el arquitecto-ingeniero Julio A. Hernández[17] fue comisionado para realizar un nuevo mercado municipal en Puerto Plata.[18] Se trata de una estructura circular con vuelos de gran apertura, techada con una superficie plana que articula toda la cubierta parabólica y cubre todo el segundo nivel con triángulos de luz que le dan un movimiento imponente a la volumetría. Gracias a "Cuqui" Batista se supo que también en Puerto Plata se había construi-

[16] Realizadas por la firma santiaguera Mera, Muñoz y Fondeur.
[17] Julio A. Hernández realizó sus estudios de posgrado en la Architectural Association de Londres (en Estudios Tropicales) en 1967, con una beca de la OEA. Antes de viajar había ganado varios concursos de arquitectura en la década de los sesenta; fue quien diseñó las pirámides de Valle Nuevo, en 1958, y el Palacio de los Deportes, basado en paraboloides (luego adjudicado a Rafael Calventi y Víctor Pizano); se dedicó más a la ingeniería, específicamente al campo de los prefabricados.
[18] Calculado por los ingenieros Ernesto Musa y Alfredo Manzano, y construido por los ingenieros Dubeau y De los Santos.

do una icónica glorieta en el parque central de un pueblo llamado El Mamey-Los Hidalgos, en los años setenta. Más adelante, en 1974, el arquitecto Hugo Quezada realizó un gran proyecto habitacional con paraboloides, en el ensanche Quisqueya de La Romana. Era una solución económica y flexible: se realizaron 200 viviendas con techos parabólicos invertidos; al transcurrir los años, se han levantado varios niveles sobre las antiguas estructuras parabólicas, a pesar de que no estaban preparadas para tal carga. También encontramos información referida a unas estructuras parabólicas en el parque central de El Seibo, realizadas por el ingeniero Jack Levi, que trabajaba para la Liga Municipal.

El auge de los paraboloides duró 15 años, y según el testimonio del arquitecto "Doi" Gautier, la posibilidad de realizar estas obras se daba por el relativo bajo costo de la madera, que incluso competía con las estructuras metálicas.

A pesar de que el país no contaba con la tecnología requerida para hacer este tipo de estructuras, estos arquitectos se arriesgaban a hacerlas con los recursos que tuvieran a su alcance y cada proyecto era un reto constructivo.

Al final, este tipo de arquitectura no trascendió, precisamente por su dificultad constructiva y por los elevados costos de realización. Para ese entonces era la gran novedad, un lenguaje que se puso de moda, en la que un determinado grupo de arquitectos, ávidos de experimentar, se sintieron entusiasmados con estas posturas, pero al final se desgastó y rápidamente desaparecieron los proyectos de este tipo.[19] De todas maneras, muchas de estas edificaciones siguen en pie; esto destaca el gran mérito de esa generación que –interesada en explorar una arquitectura escultórica, expresionista, y con una nueva concepción espacial, estética y plástica– forjó el camino hacia una arquitectura ejemplar para las nuevas generaciones.

[19] El arquitecto José Enrique del Monte comenta que en la arquitectura dominicana muchos movimientos no trascienden porque no hay escuela que persiga una determinada filosofía de diseño, sino que se pasa de una moda a otra y que al final decaen.

Bibliografía

Calventi, Rafael, *Arquitectura contemporánea en República Dominicana*, Banco Nacional de la Vivienda, Santo Domingo, 1986.

Brea, Emilio *et al.*, *Guía de arquitectura de Santo Domingo*, Santo Domingo-Sevilla: Fundación Palm/Junta de Andalucía, 2006.

De anda Alanís, Enrique: *Félix Candela 1910-1997. The Mastering of boundaries*, Colonia, Taschen, 2008.

Goicolea, José María: *El formalismo de Félix Candela*, Madrid, UPM, 2009.

Ibañez, Raúl: *El vientre de un arquitecto (La búsqueda de la forma)*, San Sebastián: UPV, 2005.

Moré, Gustavo Luis (ed.), *Memorias para la construcción de la arquitectura dominicana, 1942-2008*, Santo Domingo, Grupo León Jiménez, 2009.

Entrevistas y consultas

Ingeniero César Abreu, arquitecto Manuel Salvador Gautier, arq. José Enrique Delmonte, arq. Emilio Brea, arq. Eugenio Pérez Montás, arq. Cristian Martínez, Francisco "Cuqui" Batista, arq. Rafael Tomás Hernández, arq. Erwin Cott, ing. Bolívar Díaz, ing. Julio Hernández, ing. Víctor Pizano, arq. G. Pérez Linval, arq. "Chemito" Brache, arq. Víctoria Thomen, arq. Placido Piña, ing. Germán Arias, arq. Hugo Quezada, arq. Amado Hasbún, ing. Rafael Marion-Landais, arq. Víctor Bisonó, arq. Mauricia Domínguez, arq. Ketty Bisonó.

Félix Candela y su contribución a la arquitectura industrial y de mercados cubiertos en la Gran Bretaña[1]

Marisela Mendoza

Introducción

La obra del arquitecto español Félix Candela es ampliamente conocida. Esto se debe en particular a su uso virtuoso del paraboloide hiperbólico en edificios religiosos construidos en México durante las décadas de 1950 y 1960. Sin embargo, su importante contribución a la arquitectura industrial, no solo en México sino en todo el mundo, no es tan reconocida. La contribución de Candela a la arquitectura industrial y de mercados en Gran Bretaña ha sido pasada por alto hasta ahora. Son tres las estructuras británicas significativas en las que Candela tuvo una influencia directa o indirecta: la fábrica de Texas Instruments, en Bedford, el almacén John Lewis, en Stevenage y el mercado Queensgate, en Huddersfield. Estas obras son testigo de los desarrollos de planificación urbana y regional, así como de los factores económicos y tecnológicos que promovieron la arquitectura industrial y de mercados minoristas en el período de post austeridad en Gran Bretaña.

A finales de la década de 1950, Félix Candela ya era reconocido internacionalmente como una autoridad en el diseño y la construcción de estructuras laminares de concreto armado (o "cascarones") derivados de la forma geométrica del paraboloide hiperbólico (*hypar*). En 1958 había realizado con el arquitecto texano O'Neil Ford la planta industrial de Texas Instruments en Dallas, Texas, con unas interesantes y económicas cubiertas resueltas con cascarones de borde recto. La misma empresa le encargaría a Ford, en colaboración con el arquitecto Richard Colley, el proyecto para su sede en Bedford, Gran Bretaña, que se construyó entre 1959 y 1960, con una cubierta similar a la de la matriz norteamericana. La intervención de Ford en Bedford fue fundamental no solo para mostrar el potencial de los cascarones invertidos de doble curvatura para la arquitectura industrial en suelo británico, sino también para consolidar una red profesional de trabajo. En 1959, Candela fue invitado por el Consejo Británico y la Asociación del Cemento y el Concreto a dar una serie de charlas y conferencias por todo el Reino Unido.[2]

[1] Traducción del inglés: Alberto López Martínez, UNAM.

[2] Carta de invitación del Consejo Británico con fecha de 1959, Londres, "Felix and Dorothy Candela's Manuscripts, 1960s-1993", Felix Candela Papers (C1455) Princeton University, Caja 25, Fólder 11.

Las conferencias de Candela fueron un éxito y el trabajo que presentó tuvo un fuerte y positivo impacto entre los arquitectos e ingenieros, quienes más tarde le escribieron para expresar su admiración e interés en su trabajo.[3] Además, y con la ayuda de las recomendaciones de Ford,[4] Candela se reunió con algunos de los ingenieros y arquitectos más influyentes del Reino Unido. El encuentro de Candela, en 1959, con el arquitecto F.R.S. Yorke y el ingeniero O. M. Marcel fue fundamental para materializar su primer proyecto en suelo británico: el almacén John Lewis, de Stevenage, construido en 1963.[5] En el almacén John Lewis, Candela contribuyó directamente, como consultor estructural y de diseño, para la realización de los cascarones invertidos de doble curvatura, tipo "paraguas", que techarían el almacén. Por último, pero no por ello menos importante, el mercado cubierto de Queensgate, de 1969, en Huddersfield, estaba inspirado en los paraguas de concreto del almacén John Lewis, en Stevenage, y también en los mercados construidos por Candela en México durante los años cincuenta. Estos habían sido ampliamente publicados y estupendamente ilustrados en el libro *Candela: The Shell Builder*.[6]

La situación urbana y arquitectónica del período posguerra y de post austeridad en Gran Bretaña

La descentralización y la reubicación de la industria no era algo nuevo en la agenda del gobierno de la Gran Bretaña de la posguerra. Durante el período de entreguerras, Londres había experimentado una alta migración: "Una ciudad del tamaño de Manchester se ha añadido a Londres desde la guerra".[7] Como resultado, el empleo asegurado creció dramáticamente en Londres, casi el doble comparado con el promedio nacional que existía entre 1923 y 1937,[8] lo que trajo graves consecuencias de desempleo en las regiones industriales tradicionales, por lo que el gobierno introdujo una política regional: la Ley de Zonas Especiales de 1934 y la Ley de Zonas Especiales de 1937 (Enmienda). En 1946 se aprobó la Ley de Ciudades Nuevas (*New Town Act*) y Stevenage fue anunciada como la primera Ciudad Nueva.[9] Es importante mencionar que el Programa Ciudad Nueva fue impulsado por el movimiento de la Ciudad Jardín, y que constituyó el plan de desarrollo urbano más grande e influyente en la reconstrucción de la Gran Bretaña de la posguerra, tanto a nivel nacional como internacional. En Inglaterra se propusieron ocho Ciudades Nuevas alrededor de Londres y dos más en el noreste de Inglaterra. Además, también se propusieron tres para Escocia y una para Gales.[10]

Los graves daños causados por ataques aéreos durante la Segunda Guerra Mundial habían dejado a Gran Bretaña con una ardua

[3] Carta de T.H.B. Burrough a Félix Candela con fecha de 1959, Bristol, "Felix and Dorothy Candela's Manuscripts, 1960s-1993", Felix Candela Papers (C1455), Caja 25, Fólder 11.
[4] Carta de O'Neil Ford a Félix Candela con fecha de 1959, Texas, "Felix and Dorothy Candela's Manuscripts, 1960s-1993", Felix Candela Papers (C1455), Caja 25, Fólder 11.
[5] M. Mendoza, "Felix Candela's First European Project: The John Lewis Warehouse, Stevenage, New Town", *Architectural Research Quarterly*, 19-2 (2015), pp. 149-169.
[6] C. Faber, *Candela: The shell Builder*, Londres, Architectural Press, 1963.
[7] N. Chamberlain, Ministro de Salud, *The Times*, 25 nov. 1927.
[8] Reino Unido, Royal Commission on the Distribution of the Industrial Population, Cmnd 6153, HMSO, 1940 (The Barlow Report), p.24.
[9] P. Hall y M. Tewdwr-Jones, *Urban and Regional Planning*, Oxon, Routledge, 5a. ed., 2011, p. 69.
[10] *Ibidem.*

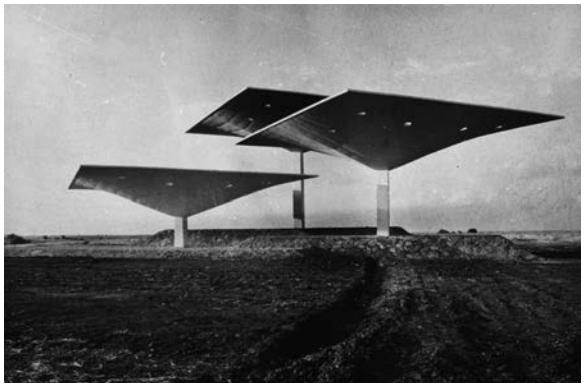
tarea de reconstrucción. Debido a las medidas de austeridad de la posguerra, el sector de la construcción experimentó un período de estancamiento. Sin embargo, la movilización inicial de la industria se fortaleció después del período de austeridad de la posguerra. Es en estos años cuando surge lo que Galbraith describe como la era de la "sociedad opulenta".[11] Además, el rápido aumento de los salarios (de 8 libras por semana en 1951 a 15 libras por semana en 1961), el incremento de la propiedad de viviendas (del 35% en 1939, al 47% en 1966) y los controles de crédito más flexibles tuvieron un impacto dramático en el consumo de bienes.[12] Como resultado de esto último, las autoridades locales trataron de explotar el potencial comercial de sus ciudades centrales durante los años cincuenta y sesenta. Este nuevo período de prosperidad estimuló la producción y el consumo, lo que a su vez impulsó a los sectores industrial y minorista. Así pues, en la segunda fase de la reconstrucción de Gran Bretaña se incrementó la construcción de edificios industriales y comerciales. Esta estrategia no solo buscaba fomentar los sistemas mecanizados, estandarizados y prefabricados que habían surgido en los tiempos de austeridad, sino que también buscaba un uso más audaz del concreto como "material moderno".[13] Así, los innovadores cascarones invertidos de doble curvatura de Candela y Ford, para edificios industriales, encontraron un terreno fértil durante la segunda fase de la reconstrucción de la posguerra en Gran Bretaña. Aunque no se usaron tan extensamente como en México, en 1961 un puñado de estructuras de concreto armado de doble curvatura con buena calidad se habían construido en el Reino Unido, techando principalmente edificios educativos, religiosos, recreativos e industriales.[14]

La fábrica de Texas Instruments, en Bedford

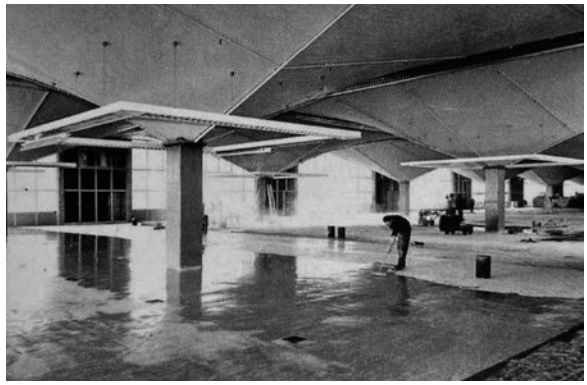
De 1953 a 1965, O'Neil Ford y Asociados diseñó varios proyectos para la próspera empresa estadounidense Texas Instruments. Entre estos proyectos los más representativos son el Edificio de Semiconductores en Dallas, Estados Unidos (1958) y la fábrica de Texas Instruments, en Bedford, Reino Unido (1959), ambos realizados con cascarones de concreto de doble curvatura. Estos dos edificios se inspiraron e influenciaron en gran medida en los cascarones que O'Neil Ford desarrolló en colaboración con Félix Candela para una comunidad industrial en Arlington y la Great Southwest Corporation en Texas, Estados Unidos, en 1958.

La fábrica de Texas Instruments, en Bedford, fue la primera expansión de la compañía fuera de los Estados Unidos. El diseño y la construcción de la innovadora estructura para la cubierta de este edificio de Texas Instruments llegó a los titulares de *The New Scientist:* "Science in British Industry" en 1960.[15] El artículo relataba cómo, al igual que en los Estados Unidos, la arquitectura industrial en el Reino Unido estaba alcanzando su máximo nivel como promotora del progreso técnico en la industria de la construcción. "Fábrica bajo paraguas de concreto" es el subtítulo del artículo que se refería a los cascarones invertidos de

[11] N. Taylor, *Urban Theory Planning since 1945*, Londres, SAGE, 1998, p. 38.
[12] M. Pugh, *Speak for Britain! A New History of the Labour Party*, Londres, Random House, 2011, pp. 115-16.
[13] Campbell, "Felix Candela", *Concrete Quarterly*, 42 (1959), pp. 2-13 (p. 4).
[14] "Hyperbolic Paraboloids gain a foothold in Britain", *Concrete Quarterly*, 49 (1961), pp. 11-13.
[15] "Factory under concrete umbrellas; Science in British Industry", *The New Scientist*, 16 jun. (1960), p. 1535.



O'Neil Ford & Associates con Félix Candela, consultor estructural. Insignia Great Southwestern Corporation, Dallas, Texas, EE.UU., 1958. Foto: Félix & Dorothy Candela Archive, Princeton University.



O'Neil Ford y Richard Colley, fábrica de Texas Instruments, Bedford, Gran Bretaña, 1959-60. Foto: Verve Developments Ltd. Archive.

doble curvatura, de cuatro lados, utilizados para techar la fábrica.

En la construcción de estas estructuras se destacan dos innovaciones principales. La primera fue el uso de un sistema elevación de losas, en el que los entrepisos de cemento de 80 x 50 ft (24.38 m x 15.24 m) se colaban en el suelo y se elevaban mediante gatos hidráulicos. La segunda, llevada a cabo por subcontratistas expertos en la técnica británica del *lift slab* (también conocida como método Youtz-Slick) estaba relacionada con la forma en que se utilizaban columnas de concreto (en lugar de columnas de acero) para optimizar el proceso de construcción del ensamblaje entre las sucesivas losas de cemento coladas en el suelo y las columnas de cemento, con lo que se reducían los costos de material y se ahorraba mano de obra y tiempo. Además, las técnicas de diseño y construcción utilizadas por Candela y Ford tuvieron que ser contextualizadas a las condiciones climáticas británicas. Para asegurar la estabilidad estructural y la idoneidad de los cascarones de concreto se utilizó un modelo a escala 1/8 para investigar a fondo dónde era probable que se produjeran las máximas deformaciones e inclinaciones debido a que las cargas de nieve, y los servicios no se distribuían de manera uniforme. Este minucioso análisis fue desarrollado por los ingenieros británicos de Oscar Faber and Partners, en colaboración con el centro de investigación de la Asociación del Concreto y Cemento, de Wexham Springs.[16]

Almacén John Lewis, en Stevenage. El primer proyecto europeo de Félix Candela

La Ciudad Nueva de Stevenage, Hertfordshire, estaba por delante de otras Ciudades Nuevas en lo que respecta a la provisión de viviendas, y también había experimentado un crecimiento de la industria que atraía particularmente a importantes compañías, como la De Havilland Propelers Ltd., en 1953. Sin duda este próspero panorama de empleos en la Ciudad Nueva de Stevenage llamó la atención del Consorcio John Lewis, cuando buscaba un sitio para reubicar su centro de almacenamiento e intercambio fuera de Londres.

La John Lewis Partnership (JLP), ubicada en Londres, ya había experimentado el rápido crecimiento de la ciudad después de la guerra y le resultaba muy difícil mantener su sede de distribución en el centro de la ciudad; en particular, por el manejo de los camiones que entra-

[16] *Ibidem.*

YRM (Yorke, Rosenberg & Mardall) con Félix Candela, consultor estructural. Almacén y Centro de Distribución John Lewis, en Stevenage, Gran Bretaña. Foto: John Lewis Archives, Stevenage.

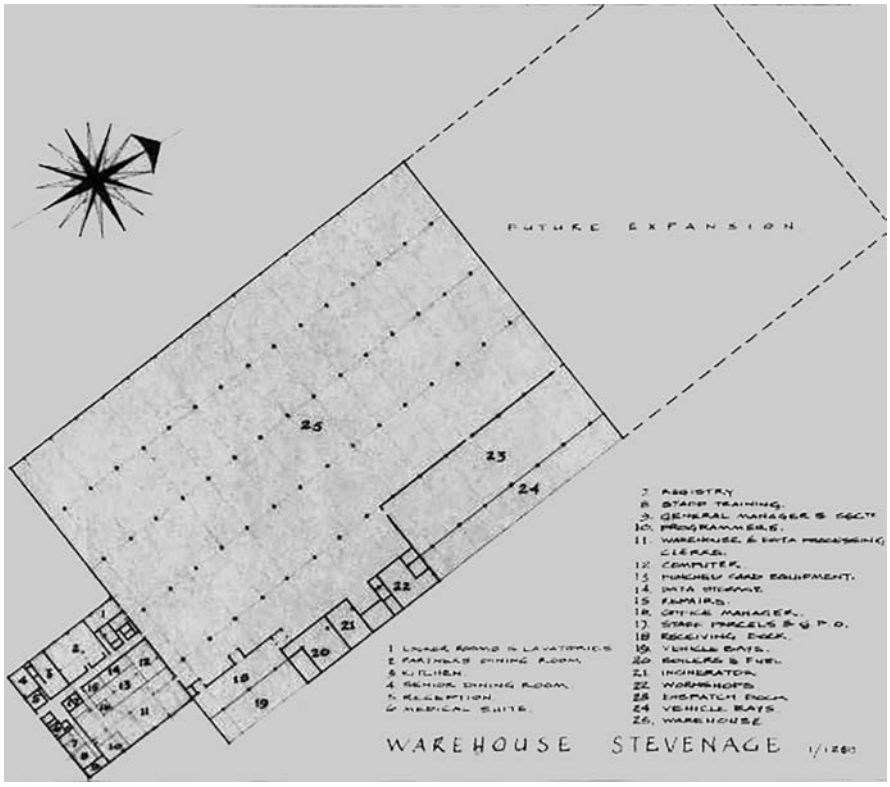
ban y salían de Londres hacia las diversas tiendas John Lewis del país. Además, era importante que la JLP se mudara a un edificio de planta abierta para evitar los inconvenientes que experimentaba en su edificio de varias plantas en Londres,[17] así como para mantener una estrecha conexión entre la sede, que iba a permanecer en Londres, y el resto de las tiendas John Lewis de todo el país (incluyendo Cambridge, Sheffield, Liverpool, New Castle y Watford).

La arquitectura de las Ciudades Nuevas presentaba edificios modernos y Stevenage no fue la excepción. Una de las piezas claves en la formación del carácter arquitectónico de la Ciudad Nueva de Stevenage fue la contribución de la firma consolidada por Francis Yorke, en asociación con Eugene Rosenberg y Cyrill Mardall (YRM). Uno de edificios más representativos de YRM fue la Escuela Secundaria de Stevenage, 1949, diseñada siguiendo un sistema de prefabricación recientemente adoptado por el Arquitecto del Condado.[18] Además, su trabajo previo en la tienda John Lewis, de los hermanos Cole, en Sheffield, en 1962, estableció un sólido punto de apoyo para el encargo del almacén John Lewis en Stevenage. Los principios de diseño de la YRM se centraron en la construcción eficiente y en el uso de nuevos productos de construcción.[19] Por lo tanto, el uso de un moderno sistema estandarizado de techado, como los cascarones invertidos de doble curvatura, promovidos por Candela en 1959, mostraría un uso innovador del concreto

[17] M. Mendoza, *op.cit.*

[18] "Some Post-War Schools", *Concrete Quarterly*, 16 (1952), p. 13.

[19] K. Allinson, "The architects and architecture of London", Londres, Architectural Press, 2008, p. 384.



YRM con Félix Candela, consultor estructural. Almacén y Centro de Distribución John Lewis. Plano que muestra la retícula de columnas que soportan los cascarones invertidos de doble curvatura. Foto: John Lewis Archives, Stevenage.

Vista aérea del Almacén John Lewis, en Stevenage, 1963. Foto: John Lewis Archives, Stevenage.

como "material moderno" y encajaría bien con las expectativas de un almacén moderno con equipo de alta tecnología, algo buscado por el Consorcio John Lewis. Fue así como la comisión del diseño y construcción del almacén para el consorcio John Lewis fue otorgada a la firma de arquitectos YRM, y los ingenieros Clarcke Nicholls & Marcel, en colaboración con el arquitecto Félix Candela, como consultor estructural y de diseño. Además, la experiencia que ya había adquirido Derek Bond, de la oficina de ingenieros Clarke Nicholls & Marcel, al realizar la tribuna del Gloucestershire County Cricket Club, de Bristol, en colaboración con T.H.B. Burrough, sería de gran importancia para que fuera nombrado jefe de ingenieros en el proyecto. La tribuna del Gloucestershire County Cricket Club fue resuelta con los primeros cascarones invertidos de doble curvatura que se realizaron en el Reino Unido, en julio de 1959.

La propuesta arquitectónica de YRM para el almacén se componía de un plano rectangular de 465 x 330 ft (141.73 x 100.58 m) que buscaba acomodar cinco bahías transversalmente y 15 longitudinalmente. Las bahías estaban techadas con paraguas de concreto rectangulares de 60 ft (18.2 m) de largo y 31 ft (9.44 m) de ancho. Los cascarones se inclinaron para permitir la entrada de luz indirecta del norte, tal y como se hacía habitualmente en otros almacenes construidos por Candela en México. Los paraguas tenían un tubo de lluvia de 4 in de diámetro que corría por el centro de las columnas. Estas columnas tenían 13 ft de altura (3.96 m) y 2 ft (0.6 m) de sección cuadrada. El proyecto original incluía el edificio de administración

Vista interior del Almacén John Lewis, en Stevenage, 1963. Foto: Marisela Mendoza, 2011.

Trabajadora de John Lewis Partner en el almacén John Lewis, de Stevenage, con suministros para los Juegos Olímpicos de Londres 2012. Foto: Marisela Mendoza, 2011.

y servicios adyacente al almacén. La futura expansión del almacén también se había considerado en el diseño arquitectónico indicado con líneas punteadas en la planta original.

La velocidad de construcción era primordial, por lo que se empleó una estrategia de construcción eficiente y sistemática, que utilizaba solo quince conjuntos de encofrado de medio cascarón, para colar los 75 cascarones. Esto hizo de ella una estructura única. El uso innovador e ingenioso de un encofrado con bisagras, sin precedentes en la obra de Candela tanto en México como en los Estados Unidos, facilitó una transferencia más rápida del encofrado de un cascarón a otro durante el proceso de colado, ya que las bisagras permitían que el encofrado cayera en plano y solo era necesario bajarlo lo suficiente para separarlo del concreto antes de transferirlo para colar el siguiente cascarón. Esta operación se realizaba con tan solo dos personas.[20] El diseño a medida de este encofrado con bisagras aseguró que el ciclo de construcción fuera mantenido eficientemente por los contratistas Trollope and Colls Ltd., a un ritmo de tres cascarones por semana.[21]

A diferencia de los *hypars* que Candela construyó en colaboración con O'Neil Ford en los Estados Unidos, los del almacén John Lewis estaban más cerca del diseño y del cuidadoso detalle de construcción de los cascarones que Candela diseñó y construyó en México. Mientras que en Estados Unidos y Gran Bretaña la minimización de los costos y la mano de obra a través de sistemas de construcción más avanzados eran una prioridad, la vasta disponibilidad de trabajadores diestros en México (Candela solía decir que eran los mejores del mundo)[22] y la mano de obra a bajo costo no requirieron el impulso de avances tecnológicos en la industria de la construcción, como sucedió en Estados Unidos y Gran Bretaña, donde la minimización de los costos y la reducción de la mano de obra fueron una prioridad en el sector de la construcción.

[20] "New Warehouse at Stevenage", *The Builder*, 206, 28 feb. 1964, pp. 459-460.

[21] *Ibidem.*

[22] Entrevista y acceso al archivo de la familia Candela, marzo 2007; la mayor parte de este archivo se encuentra ahora en el Archivo de Arquitectos Mexicanos, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México (AAM FA-UNAM).

La variación en los métodos de construcción de los cascarones invertidos de doble curvatura construidos en México y Estados Unidos tuvo, sin duda, un efecto en la expresividad material y en la riqueza espacial de los paraguas diseñados para el almacén John Lewis.[23] En la insignia de la Great Southwest Corporation (Texas, 1958) comentada anteriormente, un encofrado compuesto por tableros de triplay sensiblemente más grandes que las duelas de madera estrechas y alargadas usadas comúnmente en México, significaba que el concreto expuesto en el intradós de los *hypars* no tenía la misma riqueza en su textura que los cascarones mexicanos, despojando así a la estructura de esa expresividad material que Candela había dejado expuesta en su vasta producción.

A diferencia de los paraguas de concreto desarrollados por Ford en colaboración con Candela, los del almacén John Lewis conservaron una magnífica expresividad material y "un efecto casi acolchado en el intradós"[24] al usar duelas de pino como encofrado, que eran similares a las utilizadas en México. Estas se componían de piezas de madera de 4 in atornilladas a un contrachapado de 3/8 in.

La singularidad del almacén John Lewis fue reconocida por el organismo English Heritage (Historic England, desde 2015) y se le concedió el grado II en el catálogo de patrimonio histórico en 1995. En palabras del English Heritage: "El original método de techado convirtió un almacén en poesía arquitectónica".[25] Esto describe al almacén como una fina pieza de "arte estructural". Las conspicuas huellas marcadas por las duelas transversales del encofrado abisagrado sobre el concreto expuesto en el intradós de los cascarones atestigua la relación intrínseca entre los métodos de construcción y los factores socioeconómicos que influyen en el quehacer arquitectónico.[26] El mérito arquitectónico de los cascarones del almacén John Lewis radica sin duda en el ingenioso uso de innovadores y económicos métodos de construcción, así como en el virtuoso manejo del concreto para proveer un carácter espacial enriquecido de expresividad material.

Antiguo Mercado Queensgate, en Huddersfield. Imagen: *The Builder*, 1878.

El Centro de Distribución John Lewis de Stevenage cerró en 2010 y se trasladó a Milton Keynes, una de las últimas Ciudades Nuevas desarrolladas en Inglaterra a finales de los años sesenta.[27] Sin embargo, el almacén volvió a funcionar después de que John Lewis fuera nombrada la Tienda Departamental Oficial de los Juegos Olímpicos de Londres, en 2012. Esto incluía el Centro de Distribución de Stevenage.

Curiosamente, este almacén John Lewis se convirtió en la única estructura internacional de Candela que, indirectamente, se empleó para

[23] M. Mendoza, *op. cit.*

[24] "Elegant hyperbolic paraboloid roof: a warehouse at Stevenage", *Concrete Quarterly*, 59 (1963), p. 19.

[25] "Stevenage Partners: 300+ years of service", *Distribution Chronicle Stevenage*, 22 ene. 2010, pp. 14-15.

[26] M. Mendoza, *op.cit.*

[27] Entrevista personal con Judy Faraday, Almacén John Lewis, Stevenage, febrero de 2011.

los Juegos Olímpicos.[28] Después de la construcción del Palacio de los Deportes, de los Juegos Olímpicos de 1968, en la Ciudad de México, Candela se había convertido en una figura internacional líder en el diseño de instalaciones deportivas. Con este renombre, trabajó como consultor de varios proyectos internacionales, no construidos, para instalaciones deportivas. Entre estos proyectos sin construir destaca el Centro Deportivo, en Kuwait (1969),[29] el estadio Pontiac, en Michigan (1971) en colaboración con Praeger-Kavanagh-Waterbury, y un proyecto para el estadio Santiago Bernabéu, en Madrid, en 1972.

El mercado cubierto de Queensgate, Huddersfield, 1969

El desarrollo de la planificación urbana que Huddersfield experimentó después de la Segunda Guerra Mundial estuvo determinado por los planes integrales para la reconstrucción de Gran Bretaña, que comenzaron en 1943 pero que no se publicaron oficialmente hasta 1947, en la Ley de Planificación Urbana y Rural, para controlar el desarrollo y el uso de la tierra. En conformidad con la Ley de 1947, las autoridades debían presentar, para 1951, sus propuestas de planificación al Ministerio de Gobierno y Planificación Local. En Huddersfield, el arquitecto y oficial de planificación del municipio, S. M. Richmond, y su personal trabajaron en un desafiante plan de desarrollo para superar los muchos problemas relacionados con las áreas residenciales, industriales y de servicios. En 1950 se identificó la zona general del actual periférico, así como las zonas de compra obligatoria, como aquellas en las que se debía llevar a cabo el plan de regeneración. Este fue dirigido en gran medida por el ingeniero y agrimensor Arthur Leslie Percy, quien trató de aprovechar el potencial económico del auge del consumo de los años cincuenta y principios de los sesenta. La Huddersfield's Corporation era propietaria de un terreno de alto valor, que había comprado a la familia Ramsden, para explotar este potencial económico. En 1968, Huddersfield se convirtió en el tercer centro más importante en la zona conurbada de West Yorkshire, solo por detrás de Leeds y Bradford. En 1963, el Consejo abrió al público una exposición del plan de regeneración, en el que la zona suroeste tenía prioridad, siendo esta la única que se llevó a cabo en los primeros cinco años del desarrollo.[30] Con esto, algunos trabajos de demolición parecían inevitables, incluyendo el antiguo mercado cubierto, el centro Parkhorse y los edificios de la policía y bomberos. El antiguo mercado cubierto (1878-1880) había sido diseñado por Edward Hughes tras ganar un concurso de arquitectura en 1877. La demolición del antiguo mercado para hacer posible el plan de regeneración del centro de la ciudad en Huddersfield fue bastante polémica, ya que era un inmueble muy querido por la comunidad y, sin duda, un edificio de valor arquitectónico, en Huddersfield.

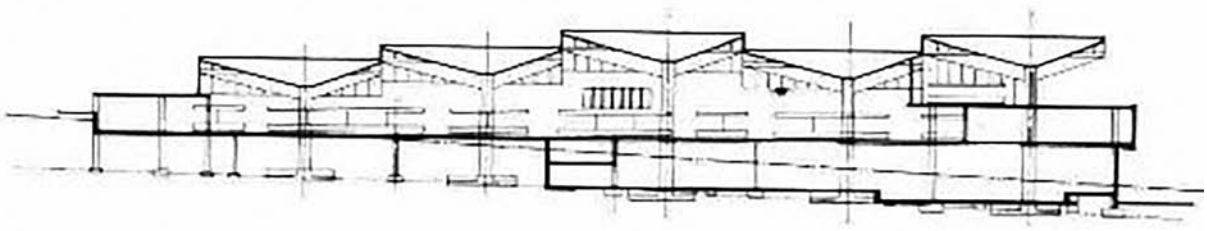
El área del plan de regeneración, conocida como Área de Redistribución Integral, se dividió en dos zonas. De estas, la del plan de Murrayfield incluía el nuevo mercado cubierto.[31] Es importante señalar que no era viable construir el nuevo mercado en el mismo si-

[28] *Ibidem.*

[29] M. Mendoza y M. Cresciani, "Pier Luigi Nervi, Felix Candela and the Kuwait Sports Centre Competition in 1968", *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures*, 54-23 (2013), pp. 199-210.

[30] "The Shape of Huddersfield in Years to come", *Huddersfield Post*, (1960).

[31] M. Mendoza, "Construction of the 21 inverted hyperbolic paraboloid concrete shells to roof the Queensgate Market Hall, Huddersfield", *Building Histories: The Proceedings of the Fourth Annual Construction History Society Conference, Cambridge, 7-9 de abril*, Campbell J.W.P., Baker



Sección transversal del nuevo Mercado Queensgate, Huddersfield, Gran Bretaña, 1968. Imagen: Colin Prior.

tio del antiguo, debido a todos los problemas de acceso y tráfico existentes a su alrededor, así como por la necesidad de una mayor superficie para aumentar el espacio rentable del mercado.[32] Además, los locatarios se habrían quedado sin un lugar para ejercer sus actividades comerciales durante el período de demolición del antiguo mercado cubierto y la construcción del nuevo.

La Compañía de bienes raíces Murrayfield nombró a los arquitectos de Seymour Harris Partnership como los encargados para desarrollar la Fase II, y Kenneth Wood fue nombrado arquitecto del proyecto. Dentro del equipo de Kenneth se encontraba el joven arquitecto Gwynfor Edwards Roberts, quien fue asignado para investigar la propuesta más económica para construir un mercado cubierto.[33] Roberts ya había desarrollado una amplia investigación sobre el concreto reforzado y era muy consciente de su gran potencial para crear formas complejas y cubrir grandes espacios. La intención de su diseño arquitectónico fue proporcionar, en una estructura moderna, la sensación de un mercado tradicional.[34] Ahí radicaba el interés de Roberts por explorar el potencial económico y la expresión formal de los paraguas de concreto, que se asemejan a los tradicionales toldos de tela utilizados en mercados. Según lo descrito por Marsden,[35] la primera propuesta de Roberts comprendía un único paraguas de concreto de 85 x 38 m, que fue rechazado por Alan Vaughan, el aparejador del equipo, quien también rechazó una segunda, tercera y cuarta propuestas de dos, tres y cuatro paraguas, respectivamente. Esto

Vista interior del mercado cubierto Queensgate, que muestra las figuras de acero de Fritz Steller en el muro este. Foto: Marisela Mendoza, 2015.

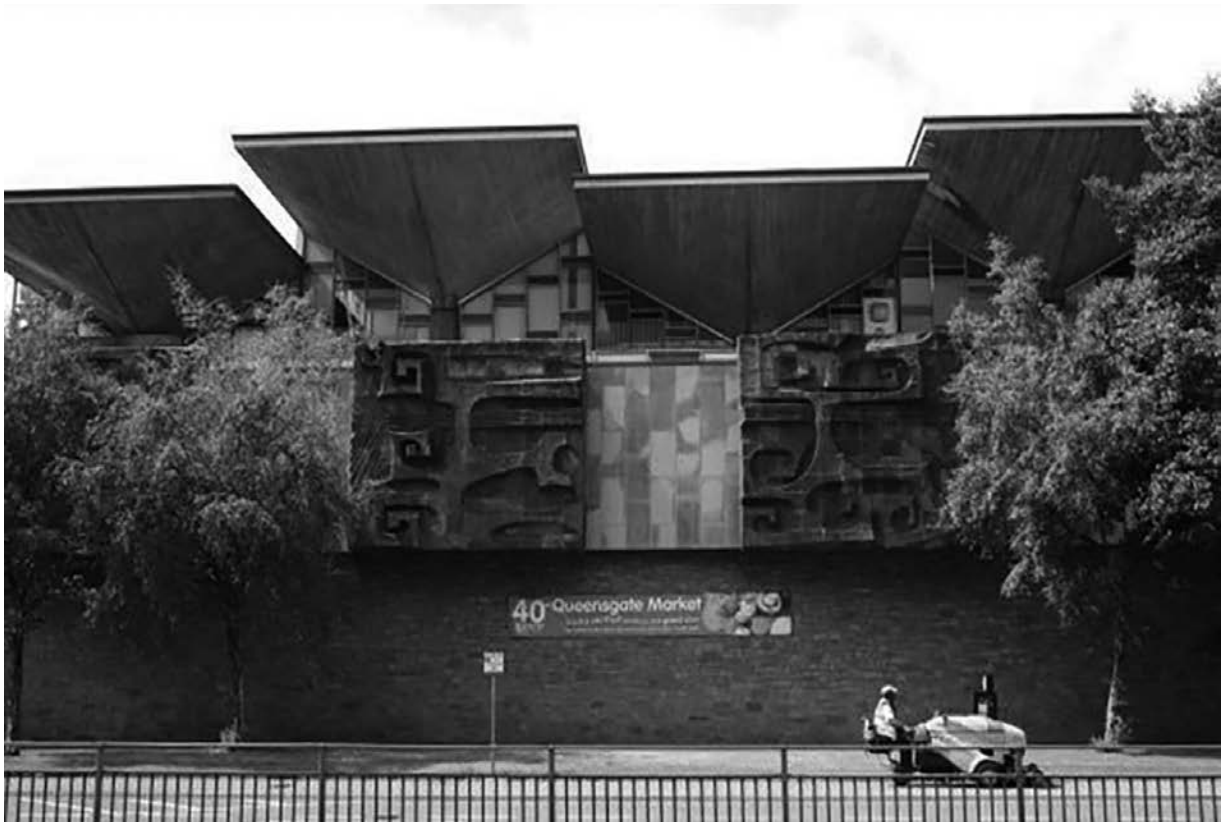
N., Driver M., Heaton M., Pan T., Tutton M. y Yeomans D (eds.), Cambridge, CHS, 2017.

[32] "Revolution in shopping habits calls for greatest care in planning", *Daily Examiner*, 12 nov. 1965.

[33] Entrevista de la autora con Christopher Marsden (co-coordinador de Huddersfield Gem, grupo comunitario formado para estudiar y promover el interés en el mercado cubierto, y salvaguardar su futuro), jul. 2011.

[34] J.C. Prior, "Account of the Construction of twenty-one concrete umbrella shells for a market roof" (1969). Documento no publicado, presentado a la Institución de Ingenieros Civiles, para la medalla y premio de la Institución (Asociación local de Yorkshire).

[35] C. R. Marsden, "The engineering and construction of 21 asymmetric freestanding hyperbolic paraboloid umbrella concrete shells", Proceedings. Symposium of the International Association for Shell and Spatial Structures, Acapulco, México, 27-31 oct., Salinas Oliva, J.G. (ed.), Madrid, IASS, 2008.



Paneles cerámicos, de Fritz Steller, en el muro sur del mercado cubierto Queensgate. Foto: Marisela Mendoza, 2010.

no fue un trabajo fácil para Roberts y Vaughan, ya que, hasta esa fecha, muy pocos cascarones de este tipo habían sido construidos en el Reino Unido para techar mercados y almacenes. Estos incluían el de Texas Instruments, en Bedford (1959) diseñado por O' Neil Ford, y el almacén John Lewis, en Stevenage (1963) diseñado por Yorke, Rosenberg y Mardall en colaboración con Félix Candela, a los que nos hemos referido.[36] Esto significaba que había escasa literatura y ejemplos construidos que pudieran servir como base para sus estrategias de diseño, estructura y construcción. El diseño final de Roberts se vió influenciado fuertemente por una visita que realizó al almacén John Lewis, en Stevenage, para estudiar de cerca los *hypars* que cubrían el almacén.[37] Todos los diseños propuestos por Roberts exploraban los cascarones invertidos y asimétricos de doble curvatura,[38] incluida la iteración final del mercado a cubierto, la cual se diseñó después de su visita a este almacén.

El diseño consistía en 21 paraguas asimétricos invertidos de 17 x 9.5 m, apoyados en una columna de 1 x 0.7 m, alineados en cuatro filas de cuatro columnas y una fila de cinco columnas. El diseño estructural fue desarrollado por Nicholls, de Leonard Partners, y se basó en investigaciones y cálculos previos, realizados por Eliah Traum, sobre los cascarones invertidos asimétricos de doble curvatura.[39] Sin embar-

[36] M. Mendoza, "Felix Candela's First European Project: The John Lewis Warehouse, Stevenage, New Town", *Architectural Research Quarterly*, 19-2 (2015), pp. 149-169.

[37] C. R. Marsden, *op.cit.*

[38] *Ibidem.*

[39] Entrevista personal con Colin Prior, ingeniero residente del mercado cubierto Queensgate, 22 sept. 2015.

go, y en contraste con los cascarones del almacén John Lewis, los del mercado cubierto de Queensgate no eran ni simétricos ni inclinados, sino que la ventilación y la iluminación natural se conseguían alternando las alturas de las columnas de norte a sur. Esto creaba aperturas entre los cascarones que proporcionaban un magnífico efecto de iluminación natural reflejado desde las superficies de doble curvatura de los cascarones hacia los espacios interiores del mercado.

La materialidad expresiva de los cascarones invertidos de doble curvatura del mercado cubierto Queensgate exploró una técnica innovadora que ni Candela ni Ford habían desarrollado. Esta se realizó para celebrar la rica historia del comercio en Huddersfield. La técnica consistía en que la especificación de Roberts para la mezcla del concreto había sido cuidadosamente diseñada para dar un color blanco al concreto, y en integrar en el mismo un fino patrón parecido a los de los tableros de contrachapado. Tanto el color del concreto como el patrón recuerdan a los toldos blancos y ligeros de los mercados abiertos.[40]

Además, y a diferencia de las unidades de encofrado de medio cascarón diseñadas exclusivamente para los cascarones del almacén John Lewis,[41] los diseñados para dar forma a los cascarones invertidos de doble curvatura del mercado consistían en un sistema de cuadrantes de encofrado. Estos módulos eran similares a los utilizados en la construcción de los paraguas de la Insignia de la Great Southwest Corporation, en Texas.

La zona de servicios, que incluye el estacionamiento y los servicios de entrega, estaba situada en el lado sur, frente al periférico. Esta zona estaba oculta por un muro continuo que en su exterior estaba enmarcado por cinco cascarones invertidos de doble curvatura y adornado por diez grandes paneles cuadrados de 5.5 x 5.5 m, diseñados por el artista Fritz Steller y realizados en cerámica de alta temperatura. La obra de arte de Steller *Articulación en Movimiento* es una de las más grandes esculturas de cerámica de Gran Bretaña.[42] Otra intervención de Steller para el mercado fueron las figuras de acero que decoran el muro interior que da al oriente, y representan las actividades del mercado y las industrias locales.

El diseño estructural de las casi pioneras estructuras del mercado cubierto Queensgate fue asistido por varios métodos independientes y los resultados se compararon con un modelo a escala 1/24 fundido en resina epoxi "Araldite", realizado por el señor H. Tottenham, en la Universidad de Southampton. La empresa Token Construction Co. Ltd., de Murrafield, encargada de la construcción de los paraguas de concreto, propuso un encofrado compuesto de tres conjuntos que constaban de cuadrantes pesados de aproximadamente 1.5 t cada uno. El peso de los cuadrantes ayudaría a retirar el encofrado.[43] El uso del cuadrante para colar los cascarones fue similar al utilizado por O'Neil Ford en Texas y en Bedford, y requirió de una cuidadosa consideración para asegurar la continuidad de la textura en el concreto expuesto. Un desafío adicional fue el refuerzo de los cascarones, ya que los trabajadores del acero no estaban familiarizados con este tipo de trabajo, tal y como lo describió Collin Prior: "Estas piezas fueron ejemplos impresionantes de la flexión y fijación del acero y crearon una forma aerodinámica muy agradable".[44]

[40] J.C. Prior, *op.cit.*
[41] M. Mendoza, *op.cit.*
[42] C. R. Marsden, *op.cit.*
[43] J.C. Prior, *op. cit.*
[44] *Ibidem.*

Las condiciones climáticas específicas de la región también jugaron un factor importante, no solo en el diseño estructural, sino también en las cuidadosas consideraciones de los métodos de construcción, en particular en relación con el colado de los cascarones durante el período invernal.[45] El primer colado se realizó el 21 de noviembre de 1968 y requirió de 10 horas y 26 personas trabajando, sobre y bajo el encofrado, que se retiró a los nueve días. El segundo colado se hizo el 6 de diciembre, y a este cascarón se le retiró el encofrado a los ocho días. Los colados posteriores se produjeron cada 15 días, con una pausa de 50 días desde finales de febrero debido al cambio de contratista: Sir Robert McAlpine & Sons Ltd., tomó el relevo de Token.[46] Después de esta pausa se hacían colados semanales, y el último cascarón terminó de construirse el 2 de julio de 1969.

El mercado cubierto de Queensgate abrió oficialmente el 6 de abril de 1970. Los diversos comentarios de los visitantes y los periódicos de la época relataban el aire de modernidad que el mercado proporcionaba al centro de Huddersfield. El editor del *Huddersfield Day Examiner* dijo: "Arquitectónicamente, el nuevo mercado cubierto es uno de los edificios más interesantes que se han erigido en Huddersfield en muchos años".[47] Este icónico edificio ha estado en riesgo de demolición parcial y total. En 2003, el Consejo Metropolitano de Kirklees anunció un plan de reurbanización para el centro de la ciudad de Huddersfield, en el que se proponía la demolición del mercado. Tras este anuncio, dos acontecimientos importantes, en 2004, hicieron que los habitantes de Huddersfield valoraran y apreciaran la historia, el carácter arquitectónico y la importancia comercial del mercado cubierto Queensgate, lo que en última instancia contribuyó a evitar la demolición del mismo. El primero de esos dos acontecimientos fue la solicitud a la Twentieth Century Society para incluir la biblioteca de Huddersfield y el mercado Queensgate en el catálogo de patrimonio histórico (febrero de 2004). El segundo fue el establecimiento del grupo Huddersfield Gem, para promover el mercado cubierto mediante actividades sociales y culturales (septiembre de 2004). En agosto de 2005 se anunció que el mercado cubierto Queensgate había recibido el grado II en el catálogo de patrimonio histórico.

En octubre de 2006, el Consejo de Kirklees anunció un plan de 200 millones de libras esterlinas llamado "Queensgate Revival" para construir un centro comercial que incluía la demolición de ocho de los veintiún paraguas invertidos del mercado cubierto. De forma contraria al escaso aprecio del Consejo de Kirklees, la Sociedad del Concreto concedió al mercado cubierto de Queensgate un certificado de excelencia, en noviembre de 2007, por su carácter arquitectónico, al tratarse de una estructura sólida con un uso ejemplar del concreto armado. En agosto de 2008, la English Heritage escribió una carta al Consejo en la que destacaba las deficiencias de la propuesta "Queensgate Revival" y la amenaza que representaba para el patrimonio arquitectónico del centro de la ciudad.

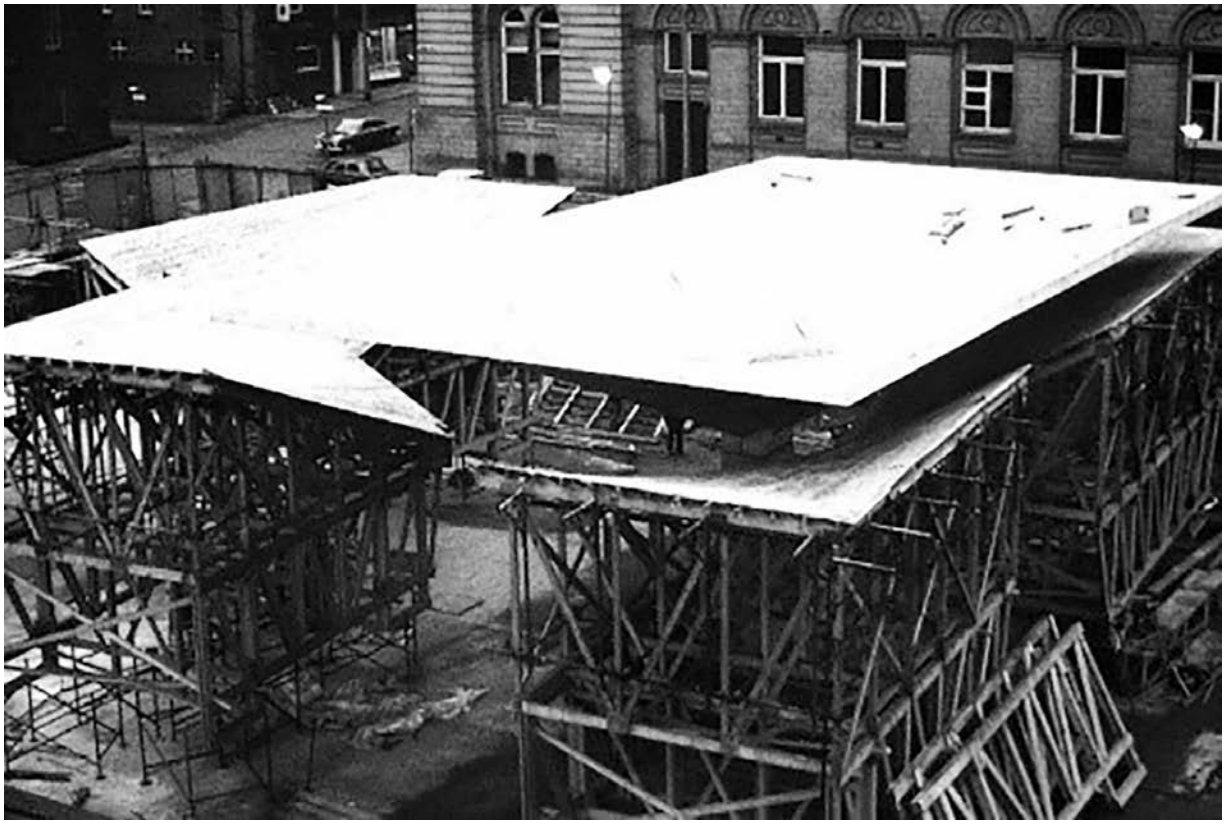
Además, una encuesta pública realizada en 2008 por la Universidad de Huddersfield[48] no solo reveló las diversas y contradictorias opi-

[45] M. Mendoza, "Construction of the 21 inverted hyperbolic paraboloid concrete shells to roof the Queensgate Market Hall, Huddersfield", en *Building Histories: The Proceedings of the Fourth Annual Construction History Society Conference, Cambridge, 7-9 de abril*, Campbell J.W.P., Baker N., Driver M., Heaton M., Pan T., Tutton M. y Yeomans D. (eds), Cambridge, CHS, 2017.

[46] C. R. Marsden, *op. cit.*

[47] "Queensgate market still popular: Controversial gem celebrates 40 years", *Huddersfield Daily Examiner*, 2 abr. 2010.

[48] "Model view of the town centre", *Huddersfield Examiner*, 26 jun. 2003.



Proceso constructivo del primer paraguas del mercado cubierto Queensgate en Huddersfield, 1968. Foto: Colin Prior.

niones del público con respecto a la propuesta de reurbanización "Queensgate Revival", sino que también reconoció el valor arquitectónico y social del mercado Queensgate. Afortunadamente, el plan de reurbanización "Queensgate Revival" no avanzó y el mercado siguió funcionando para celebrar su 40° aniversario, en 2010. Mantener el edificio con su uso original ha sido fundamental para salvaguardar el futuro de la estructura, que cumplirá su primer medio siglo en el año 2020.

Conclusiones

La obra del arquitecto Félix Candela es conocida internacionalmente sobre todo por su hábil manejo del paraboloide hiperbólico en el diseño de cascarones de concreto armado para techar edificios religiosos en México durante las décadas de 1950 y 1960. Sin embargo, el trabajo que desarrolló para la arquitectura industrial y del mercado minorista y la influencia que tuvo en la arquitectura británica hasta ahora no ha sido plenamente reconocido. Este trabajo presentó tres estructuras importantes en Gran Bretaña en las que el trabajo que Candela desarrolló en México y Estados Unidos tuvo un impacto significativo. Mediante el uso de métodos de construcción innovadores e ingeniosos que respondían al contexto británico, los *hypars* de Bedford, Stevenage y Huddersfield rompieron el mito de que la construcción cascarones de concreto armado solo era posible en México, debido al bajo costo de los materiales y de la mano de obra. Estas estructuras son testimonio de la planificación urbana y regional, así como de los factores económicos, políticos y tecnológicos que promovieron la arquitectura industrial y de mercado minorista durante el período de post austeridad en Gran Bretaña.

Ulrich Müther: "el virtuoso del cascarón". Explorando el Archivo Müther[1]

Matthias Ludwig

Durante mucho tiempo, el trabajo del "virtuoso del cascarón", Ulrich Müther, ha recibido poca atención. La razón principal es el hecho de que, durante la mayor parte de su vida, ejerció como ingeniero estructural en Alemania del Este, detrás de "la cortina de hierro". A pesar de su aislamiento, Müther escribió un capítulo importante en la historia de la construcción de cascarones, con sus edificios de concreto increíblemente ligeros que son de igual importancia que las obras de Heinz Isler, en Suiza, y Félix Candela, en México. Sus edificios destacaron no solo por su construcción, sino también por sus excepcionales características espaciales y arquitectónicas que se definieron por su material de construcción: el concreto armado.

Con el cambio político de 1989, muchos de los edificios de Müther quedaron vacíos. Hoy en día, algunos han sido adaptados para nuevos propósitos, pero otros fueron descuidados y abandonados, o incluso demolidos. En 2006, Ulrich Müther donó sus archivos completos a la Universidad de Wismar, dando origen al Archivo Müther. Estos registros se harán públicos por primera vez, como un proyecto de investigación apoyado por el Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Ministerio Federal de Educación e Investigación). Además, se establecerá un índice completo de sus construcciones de cascarón, incluyendo aspectos desconocidos hasta ahora. Por ejemplo, este índice incluirá la historia de la construcción de los edificios y las alteraciones relevantes para su conservación que se han llevado a cabo o que están planeadas para llevarse a cabo.

La identidad de la provincia alemana de Mecklenburg-Vorpommern[2] deriva de su paisaje y su relación con el mar Báltico: monumentales iglesias de ladrillo, castillos e imponentes formaciones de acantilados se alzan sobre campos bañados por la luz blanca de la niebla costera, tal y como se retrata en las célebres pinturas de Caspar David Friedrich. Esta región predominantemente agraria apenas ha cambiado desde el siglo XIX. Incluso durante los 45 años de gobierno de la República Democrática Alemana (RDA), una época conocida principalmente por sus edificios prefabricados sin características peculiares, la región apenas ex-

[1] Traducción del inglés: Alberto López Martínez, UNAM.

[2] Mecklenburg-Vorpommern es una de las 16 provincias federales de la República Federal de Alemania; en el período comprendido entre 1945 y 1990, cuando Alemania estuvo dividida, perteneció a la República Democrática Alemana.

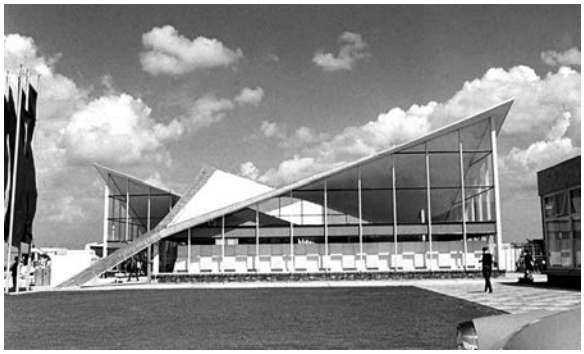
perimentó transformaciones notables. Sin embargo, durante este período, un gran número de inusuales estructuras de cascarón de concreto aparecieron inesperadamente en toda la provincia, formando un marcado contraste con la monótona cultura arquitectónica promovida por el estado socialista. Tras el colapso de Alemania Oriental en 1989, estos idiosincráticos edificios de concreto pronto cayeron en el olvido y solo fueron "redescubiertos" a principios de este siglo.

Su autor fue el ingeniero y empresario Ulrich Müther (1934-2007). A partir de principios de los años sesenta, sus estructuras de concreto –principalmente restaurantes, pabellones, iglesias, instalaciones deportivas y salones comunales– comenzaron a aparecer alrededor de su lugar de nacimiento, la isla de Rügen, y más tarde en toda la provincia de Mecklenburg-Vorpommern y en toda la RDA. En aquel entonces, al igual que hoy, las largas playas de arena, los espesos bosques de pinos y los pintorescos pueblos de la región la convirtieron en uno de los destinos vacacionales más populares de Alemania. Su popularidad como destino turístico explica por qué Müther pudo construir sus inusuales y solitarios edificios en el apogeo del socialismo: la mayoría de ellos fueron diseñados como parte de la infraestructura turística. Su elegancia y modernidad ofrecían una alternativa a los estilos arquitectónicos poco inspirados que favorecía el Estado de la Alemania Oriental, y su individualidad contrastaba favorablemente con las extensiones aparentemente interminables de bloques residenciales prefabricados. Irónicamente, el gobierno socialista promovió deliberadamente los edificios de Müther como proyectos espectaculares de escaparate, con la esperanza de promover percepciones positivas del socialismo. Siendo intensivos en mano de obra pero requiriendo pocos recursos, sus edificios encajaban bien en la economía de escasez del sistema de Alemania del Este, circunstancias que le proporcionaron un nicho seguro para su altamente especializada empresa. Las estructuras de cascarón pronto se convirtieron en importantes bienes de exportación en la RDA, y en años posteriores incluso realizó varios proyectos de construcción en el extranjero.[3] Sin embargo, Müther nunca fue miembro del partido, aunque encontró un nicho seguro para su negocio.

Ulrich Müther: un "virtuoso del cascarón"

Aunque las formas de cascarón se utilizaron en la arquitectura a partir de la década de 1920, solo florecieron después de la Segunda Guerra Mundial, convirtiéndose en el sistema de construcción preferido para las construcciones de mediana y gran envergadura. El auge mundial de la construcción con cascarones de concreto coincidió con los años universitarios de Ulrich Müther –en la Universidad Tecnológica de Dresde– y no sorprende que escribiera su tesis, en 1963, en ingeniería estructural sobre el tema "Cascarones parabólicos hiperbólicos". Mientras aún era estudiante, Müther también asumió el papel de director técnico en la empresa de construcción de su familia en Binz, en la isla de Rügen, y aprovechó la oportunidad de experimentar con los cascarones de concreto a menor escala, lo que le permitió reunir valiosos conocimientos empíricos para futuros proyectos. No es de extrañar que el primer cascarón de concreto armado en la RDA –el techo de una sala multiusos para la residencia de vacaciones "Haus der Stahlwerker" [Casa de los Trabajadores del Acero] erigida en 1964 en la isla de Rügen– se basara en su

[3] En particular, los planetarios Zeiss en Finlandia, Kuwait y Libia.



Sala de exposiciones en Rostock Schutow, 1966. Foto: © Müther-Archiv.

tesis. Los llamados *hypar* o *HP shells*[4] se convertirían en su marca distintiva.

Müther estuvo en contacto con ingenieros de distintos países en los congresos de la International Association for Shell Structures (IASS, fundada en 1959 por el ingeniero español Eduardo Torroja), y se inspiró particularmente en el trabajo de Félix Candela, quien introdujo el paraboloide hiperbólico (*hypar*) como una nueva forma en el diseño de cascarones. En 1966, Müther causó un gran revuelo cuando construyó la sala de exposición para la feria del mar Báltico, en Rostock-Schutow. El proyecto fue realizado por su propia compañía, una cooperativa industrial llamada PGH Bau Binz, que había fundado en 1960. Esta estructura de concreto tenía una envergadura de 20 x 20 m, y consistía en cascarones de concreto armado de doble curvatura de tan solo 7 cm de espesor. Una hazaña de la ingeniería que inspiró tanto al público como a los políticos.

El éxito del proyecto dio lugar a varios encargos más de diseños de edificios culturales y recreativos, techados con cascarones de concreto armado de doble curvatura. En 1972, su empresa fue nacionalizada y la cooperativa se reorganizó en una empresa estatal, la VEB Spezialbetonbau Rügen. Müther mantuvo con éxito su posición como director y esto le permitió continuar con la gestión de su empresa, la cual ganó una posición especial, sin igual, en la RDA, debido a su especialización única en obras de concreto. A pesar de los estrictos controles reglamentarios de Alemania Oriental, Müther pudo diseñar y crear edificios en cooperación con arquitectos, ingenieros y otros expertos, así como construirlos con la ayuda de sus empleados, que llegaron a ser hasta 100 en algunas ocasiones. En otras palabras, fue capaz de controlar todas las operaciones: el concepto, el diseño inicial y la construcción final. Él supervisó personalmente el progreso de sus proyectos y también manejó las finanzas de la compañía.

Para resaltar su amplia gama de habilidades como ingeniero, arquitecto y empresario, Müther se refirió a sí mismo como un "virtuoso del cascarón" (*Schalenbaumeister* en alemán). En otras ocasiones, se llamó a sí mismo, humildemente, "el maestro constructor de Binz", minimizando el hecho de que sus estructuras eran populares y renombradas en toda la RDA. En un período de 30 años, produjo más de 50 cascarones de concreto, todos ellos diseñados, ingeniados y construidos por su propia empresa, la VEB Spezialbetonbau Rügen, la cual tenía maquinaria especializada importada del Oeste capitalista. Los edificios más conocidos de Müther son probablemente el "Teepott", en Rostock-Warnemünde (1968) y la "Rettungsturm" (torre de rescate) de los salvavidas, en Binz (1981).

Después de la reunificación alemana en 1989, la compañía fue reprivatizada y regresó a Müther en 1990. La construcción con cascarones de concreto había dejado de tener un papel significativo en Occidente, principalmente debido al alto costo y la intensidad de la mano de obra asociada a ella. Lamentablemente, Müther no pudo ajustar su empresa a las nuevas condi-

[4] El *hypar* o "cascarón HP" es una estructura laminar en forma de paraboloide hiperbólico con una superficie en forma de "silla de montar", hecha normalmente de concreto armado.

Restaurante "Teepott" en Warnemünde, 1968. Foto: © Müther-Archiv.

El restaurante "Ahornblatt" (Hoja de Arce), en construcción y antes de ser demolido, Berlín, 1973. Fotos: ©Müther-Archiv.

ciones económicas y se vio obligado a cerrarla en 1999. Murió en Binz en 2007. Con el cambio político, muchos de los edificios de Müther quedaron vacíos. Algunos fueron adaptados para nuevos propósitos, pero otros fueron descuidados, abandonados o demolidos. Particularmente notoria fue la demolición de la "*Ahornblatt*" (hoja de maple), construida en 1973 como parte de un conjunto de cinco cascarones que albergaba restaurantes y un centro social en el distrito Fischerinsel, de Berlín. Fue derribado en el año 2000 después de que su puesto en la lista del patrimonio de 1995 fuera revocado.

Irónicamente, la discusión que surgió en torno a su demolición demostró claramente la necesidad de conservar el trabajo de Müther. Perturbado por este evento, Müther comenzó a organizar sus documentos, diseños y planes, y heredó todo su archivo a la Universidad de Wismar, en 2006. A partir de que fuera registrado formalmente como un archivo, el constructor pudo iniciar actividades enfocadas a la promoción pública de su trabajo, incluyendo la realización de varias exposiciones y publicaciones. Los minuciosos esfuerzos de Müther para recopilar y documentar su trabajo fueron cruciales para un reciente proyecto de patrimonio en la isla de Rügen, financiado por la Fundación Wüstenrot. Como parte de este proyecto, tres de sus edificios (la torre de rescate, en Binz, el quiosco, en Baabe y el pabellón musical Kurmuschel, en Sassnitz) serán examinados

Parada de autobús, Binz, isla de Rügen, 1967. Foto: © Müther-Archiv.

y renovados estructuralmente. Estas tres estructuras son reconocidas como hitos importantes en la historia de la construcción alemana y fueron registradas como monumentos patrimoniales en los últimos años.[5]

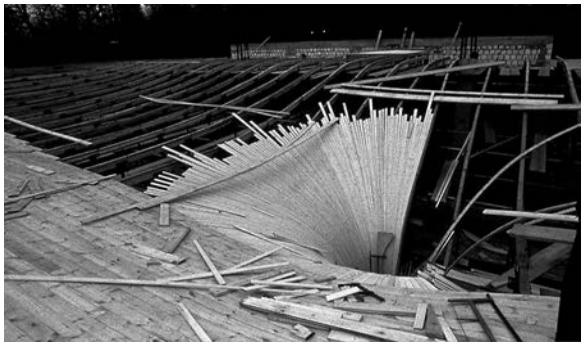
Economía material y estética: tres cascarones de concreto de Ulrich Müther

Ulrich Müther se comprometió a impulsar las tecnologías de construcción de los cascarones de concreto y a llevarlas a la perfección en términos arquitectónicos, de ingeniería y estéticos. Sus elegantes diseños están marcados por una increíble ligereza, una cualidad que estableció a los cascarones de concreto armado de curvatura doble como su marca única en la arquitectura. Uno de los más extraordinarios cascarones con forma de paraboloide hiperbólico diseñados por él tenía tan solo 5.5 cm de espesor y 7×7 m de superficie. Se construyó en Binz, en 1967, como prototipo de prueba para un proyecto más grande: el techo de un salón multiusos en Rostock, construido en 1968. Posteriormente, el prototipo se utilizó como parada de autobuses durante muchos años, antes de ser reinstalado como una escultura independiente.

El armado interno de los cascarones de Müther consiste en malla de acero reforzado que sirve como soporte y cimbra a la vez. El material compuesto resultante se beneficia del hecho de que ambos componentes (concreto y acero) se complementan de manera óptima: la malla de acero compensa la insignificante resistencia a la tracción del concreto y la alta resistencia a la presión del concreto contrarresta la falta de la misma en el acero. Además, los coeficientes de expansión térmica del acero y del concreto son muy similares, lo que garantiza la misma cantidad de expansión térmica en ambos materiales y, por lo tanto, evita la tensión interna dentro del compuesto de concreto reforzado. El modelo geométrico de un cascarón de concreto puede ajustarse fácilmente para reflejar el patrón de las fuerzas estructurales dentro de la construcción y, como resultado, los cascarones se caracterizan por su alta rigidez y economía de materiales. Normalmente los cascarones de concreto armado, de pocos centímetros de espesor, pueden librar grandes claros con relativa facilidad. Müther, por ejemplo, logró librar áreas de hasta 40 m con cascarones de tan solo 7 cm de espesor y sin ningún tipo de apoyo adicional. Para él, cada tarea de construcción representaba un nuevo desafío para superar los límites de la tecnología para la construcción de cascarones, e incansablemente inventaba nuevas formas y materiales al explorar procesos de construcción alternativos.

Además de probar con los cascarones de doble curvatura, también probó otros tipos de cascarones, como los tazones, los cascarones suspendidos y las formas orgánicas. Sin embargo, estos fueron en gran medida únicos y nunca entraron en producción a gran escala. Un buen ejemplo es el techo de una piscina de

[5] Ver Fundación Wüstenrot: <www.wuestenrot-stiftung.de>.



Cubierta de la alberca del Hogar CC (hoy Hotel Cliff) en construcción, y en la actualidad. Sellin, isla de Rügen, 1977. Fotos: © Müther-Archiv.

Sellin, en Rügen, construido en 1977, como un cascarón suspendido asimétrico.

Aparte de las exploraciones formales y materiales, Müther mejoró las tecnologías de fabricación del concreto. Utilizó principalmente procesos de concreto proyectado y roció el concreto directamente sobre una malla de alambre finamente tejida sin el uso de cimbras. La tecnología del concreto proyectado se desarrolló originalmente en los Estados Unidos, y la empresa Torkret obtuvo la patente alemana en 1920,[6] por lo que la técnica se conoce en Alemania como "torkreting" o el "proceso Torkret".[7] El proceso se utiliza principalmente en la construcción de túneles y para renovación del concreto,

[6] Véase el sitio web de Torkret AG: <www.torkret.de>.

[7] La mezcla seca de cemento y arena se inyecta a alta presión a través de una manguera, en la boca de la misma se añade agua a través de otra manguera. El proceso requiere una tecnología de bombeo bien diseñada y mucha experiencia para establecer la cantidad adecuada de agua.

Trabajadores de Ulrich Müther en el proceso Torkret. Foto: © Müther-Archiv.

por lo que el concreto se aplica en el encofrado antes de que fragüe y su maleabilidad se reduzca. Esta tecnología también se utilizó para la restauración de los tres edificios catalogados como patrimonio, que formaban parte del proyecto Wüstenrot: la torre de Binz, el quiosco, de Baabe y el pabellón musical Kurmuschel, en Sassnitz.

El quiosco, Baabe

Este quiosco se construyó en 1971 con fines de investigación, en los jardines del centro turístico Mar Báltico, de Baabe, en colaboración con el húngaro Stefan Polonyi. Es un pabellón totalmente acristalado cuyo techo tiene la forma de un embudo central. Para su fabricación, se instaló una estructura auxiliar de 16 barras de acero alrededor de un tubo central también de acero y envuelto con una malla de alambre hexagonal,[8] sobre la que se rociaron varias capas de concreto, usando el proceso torkret. El diámetro del pabellón era de 8 m y el grosor del cascarón era de 5 cm. El quiosco era una

[8] La malla de alambre hexagonal se llama "alambre de conejo", ya que a menudo se utiliza para construir casas de conejos.

estructura de prueba, construida para el modelado preliminar de un cascarón de embudo mucho más grande, diseñado para el museo de cerámica "Keramion", en la ciudad de Frechen, en Alemania Occidental. El museo fue diseñado por el arquitecto Peter Neufert (1925-1999) en colaboración con Polonyi, quien actuó como ingeniero estructural. Hoy en día, la estructura sigue en uso y alberga una librería en Bergen.

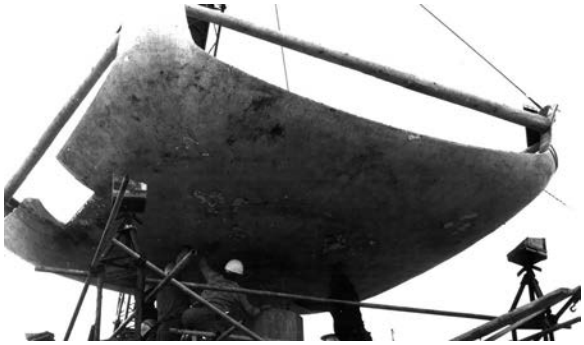
La torre de rescate, Binz

En 1975, Müther construyó una torre de rescate para los servicios de salvavidas de la Cruz Roja Alemana, en el paseo marítimo del oeste, en Binz. La torre fue diseñada por el arquitecto Dietrich Otto, nacido en 1943, y sirvió como plataforma de observación. Su inusual apariencia era frecuentemente comparada con un OVNI que había aterrizado en la playa. La estructura consistía en dos cascarones de concreto de doble curvatura que se colaron en un molde de arena positivo en la isla de Rügen antes de ser transportados a la playa, en donde se conectaron y se montaron en soportes preliminares de concreto. El tamaño de la torre era de 5.5 x 5.5 m con un cascarón cuyo espesor se encontraba entre los 7 y los 16.5 cm. En 1993, la torre fue demolida para dar paso a la reconstrucción de un histórico muelle. Afortunadamente, Müther recibió el encargo de construir una segunda torre de rescate en Binz, que fue completada en 1982, y se basó en la geometría del diseño original de 1975. Sin embargo, el diseño de la nueva torre implicaba una serie de variaciones: se acortó el soporte central, se omitió la placa voladiza de concreto y la estructura era accesible desde la playa a través de una simple escalera de acero. Sin embargo, sorprendentemente, el cascarón de esta torre era aún más delgado que el cascarón original, ya que contaba con un grosor de entre 3 y 5 cm. Esta mejora fue posible gracias al uso del ferrocemento. La torre fue utilizada por la DLRG (la organización alemana de salvavidas) como torre de rescate hasta 2003, y posteriormente fue convertida en un espacio de oficina y galería, por la viuda de Ulrich Müther.

Quiosco en construcción, Baabe, isla de Rügen, 1971. Foto: © Müther-Archiv.

El pabellón musical Kurmuschel, Sassnitz

El escultural "Kurmuschel" fue un pabellón musical que Müther creó en 1987 para la Escuela de Arte de Berlín-Weissensee, en cooperación con el arquitecto Dietmar Kuntzsch y el ingeniero Otto Patzelt. Está situado al final del paseo principal de la ciudad turística de Sassnitz y está dominado por una escultura central de concreto en forma de abanico (*Kurmuschel*). La concha acústica consiste en siete cascarones de doble curvatura que se abren para formar un techo. Para erigir la estructura, se preparó un conjunto de varillas reforzadas dobladas y se aplicó concreto proyectado sobre la malla metálica, sin utilizar ningún encofrado auxiliar. El diámetro del cascarón del Kurmuschel en sí es de 11 m, tiene unos 6.90 m de altura y su espesor varía entre los 5 y 15 cm. Aunque la estructura fue renovada en 2006, todavía requiere de más trabajos de restauración. Además, los esquemas de color contenidos en



Torre de rescate del lado oeste para los salvavidas, en Binz, isla de Rügen, 1975. En construcción y antes de su demolición en 1993. Fotos: © Müther-Archiv.

"Kurmuschel" (concha acústica) en Sassnitz, isla de Rügen, 1987. Fotos: © Müther-Archiv.

varias capas superficiales pueden mostrar si los diseños de color aplicados corresponden realmente con la documentación disponible.[9]

Conclusión

La restauración de estos tres proyectos en la isla de Rügen, por parte de la Fundación Wüstenrot representa un paso significativo hacia el reconocimiento de la importancia del trabajo de Müther para el desarrollo de estructuras avanzadas de concreto en forma de cascarón. Más importante aún, nos da la esperanza de que las estructuras de Müther sean eventualmente reconocidas como contribuciones significativas al patrimonio arquitectónico y cultural, no solo como iconos de audacia estructural y economía material, sino también como una forma de resistencia estética en contra de la monotonía del programa de construcción de la RDA. Merecen ser valorados y tratados con el debido respeto.

[9] Véase, Uwe Rähmer, Pabellón de música en Sassnitz, p. 91.

Referencias

Dechau, W. (ed.), *Kühne Solitäre. Ulrich Müther-Schalenbaumeister der DDR,* DVA, Stuttgart, 2000.

Schaarschmidt, G., "Mehr als Ingenieurbaukunst", en Ingrid Scheurmann, Olav Helbig (Hg.), *Denk-Male des 20*, Jahrhunderts, Dresden, TUDpress, 2010.

Lämmler, R., Wagner, *M. Ulrich Müther's shell structures in Mecklenburg-Vorpommern*, Sulgen-Zürich, Niggli AG, 2010.

Rähmer, U., *Musikpavillonin Sassnitz*, Scheurmann, Helbig.

Seeböck, T., *Schwünge in Beton: Die Schalenbauten von Ulrich Müther*, Schwerin, Thomas Helms Verlag, 2016.

Regreso de Candela a España: Nuestra Señora de Guadalupe en Madrid

Elisa Drago Quaglia

Preámbulo

En el despacho de Enrique de la Mora y Palomar se diseñaron y construyeron diversos templos religiosos católicos, casi un centenar, durante más de tres décadas, esto es, entre 1939 y 1976. La solución predominante para las cubiertas, en la mayoría de los casos, se trató de cascarones de concreto armado; ya sea en su diseño con paraboloides hiperbólicos desde uno hasta ocho mantos o mediante la utilización de bóvedas por arista. De la treintena de iglesias, templos, capillas, santuarios o catedrales de las que se tiene certeza de su construcción, poco menos de la mitad fueron calculadas y edificadas por Cubiertas Ala, al frente de Félix Candela.[1] De este género arquitectónico, sin considerar otros partidos en los cuales también trabajaron de manera conjunta, probablemente se trate de una de las colaboraciones más fructíferas entre dos despachos de arquitectura de este periodo en México. El estudio se llevó a cabo comparando los fondos de Enrique de la Mora y de Félix Candela que se encuentran albergados en el Archivo de Arquitectos Mexicanos, de la Facultad de Arquitectura de la UNAM (AAM/FA/UNAM); complementado con el catálogo en línea de Avery Drawings & Archives, de la Universidad de Columbia, en Nueva York.

El ejemplo seleccionado para ser analizado aquí –el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid– responde a diversos aspectos que son relevantes. En primer lugar, se trata del primer proyecto de colaboración técnica de Félix Candela en su país natal, de los tres que se tiene registro, durante sus años de exilio en México.[2] En segundo lugar, la propuesta original comprendía un desafío al diseño estructural que ya había sido experimentado y comprobado en México, pero que era una novedad, arriesgada y demasiado moderna, para la España franquista. En tercer lugar, pertenece a la serie de templos religiosos católicos diseñados y construidos por ambos despachos que anteceden los cambios litúrgicos del Concilio

[1] Archivo de Arquitectos Mexicanos, Facultad de Arquitectura-UNAM (AAM/FA/UNAM). Fondos: Enrique de la Mora y Palomar y Félix Candela Outerriño.

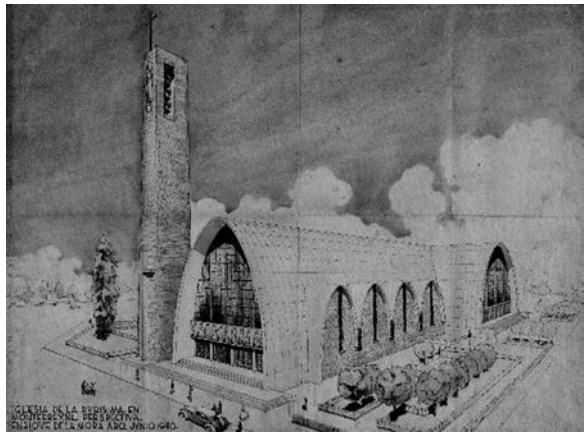
[2] Además de la estructura del Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid, se tiene registro de los departamentos del Hotel Interplaya, en Marbella, y el proyecto para el concurso del Estadio Santiago Bernabéu. Félix Candela Architectural Records and Papers, 1950-1984, Columbia University Libraries. <https://findingaids.library.columbia.edu/ead/nnc-a/ldpd_3464748/dsc/1> (20 sept. 2019).

Vaticano de 1964, en su búsqueda de renovación y modernidad. Finalmente, la experiencia ganada en el diseño y la ejecución de una obra de esta naturaleza, enteramente financiada por fieles mexicanos, también impactaría en el modo de diseñar templos modernos en otros lugares del mundo.

Es particularmente interesante entender el proceso de diseño, modificaciones del proyecto y adaptaciones en la ejecución y el resultado final de este santuario, en una época donde las colaboraciones internacionales eran poco comunes y los despachos no trabajaban de forma virtual, por lo que las indicaciones, cambios y especificaciones, así como planos analógicos y maquetas originales atravesaban físicamente océanos, en tiempos anteriores a la comunicación por Internet.

Antecedentes

A grandes rasgos, se puede trazar una línea temporal de proyectos y obras arquitectónicas entre los despachos de Enrique de la Mora y Félix Candela, con una postura parcialmente evolutiva de un sumar de experiencias, hasta llegar al punto donde ambos empiezan a colaborar. Esta mirada, desde las búsquedas de soluciones tienen un punto común entre ambos despachos: librar grandes claros y experimentar con las estructuras, predominantemente de concreto armado. Otra lectura paralela es la de la solución de templos católicos que albergaran un espíritu de renovación y un mensaje de modernidad. Este último debía suceder, por un lado, a partir de la fluidez del espacio contenido, cambiando el diseño canónico tradicional, imperante por siglos, en la distribución en planta: cruz latina, cruz griega o basilical. Por el otro lado, la renovación y adecuación a los nuevos tiempos también debía ser por medio de la utilización de los nuevos materiales, técnicas y procedimiento

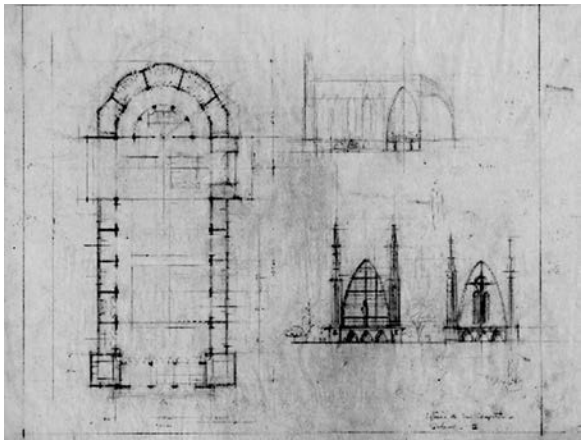


Templo de la Purísima. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 20.

constructivos: el concreto armado, el vidrio laminado y el acero estructural industrializado.

De tal manera que el primer encargo para el diseño y construcción de un templo religioso le llega a De la Mora solamente siete años antes del inicio de su colaboración profesional con Candela. En 1939, inicia el proyecto de la Parroquia de la Purísima, en Monterrey, Nuevo León, en colaboración con Pafnuncio Padilla y Armando Ravize, lo que marcó un hito profesional. Por un lado, su solución formal: dos parábolas de traslación de concreto armado que recorren una planta de cruz latina y cuyo arranque inicia a nivel de calle, la colocó, por algunas décadas, como uno de los ejemplos más emulados para la solución de templos religiosos modernos. Por el otro, el efecto visual del crucero conformado por el encuentro de las dos bóvedas de cañón parabólico sería el origen de la propuesta geométrica de la bóveda por arista utilizada tiempo después en cascarones de concreto armado. Finalmente, esta iglesia sería el inicio a una carrera enfocada al diseño y construcción de casi un centenar de templos católicos, colocando a De la Mora como uno de los arquitectos más fructíferos en este género.

Por su parte, una década después de haber llegado exiliado a México, Félix Candela



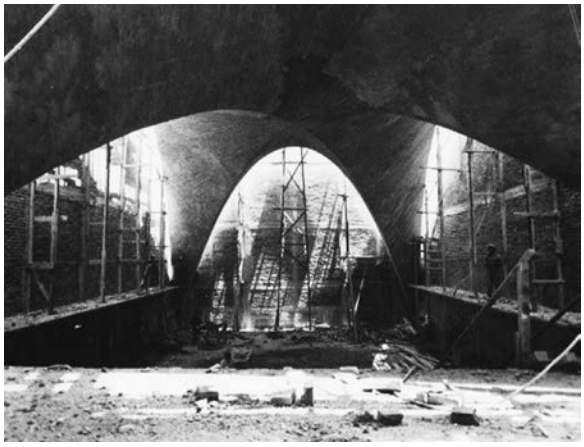
Detalle del Concurso para el Templo de San Cayetano. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Félix Candela, exp. 07.

empezó a construir cascarones de concreto, con lo que su quehacer profesional se enfocó predominante hacia la construcción de fábricas y grandes galpones. En 1950 participó en un concurso para la Iglesia de San Cayetano, que marcó su incursión en la edificación de templos religiosos. Si bien el concurso fue ganado por Francisco J. Serrano, para Candela fue el inicio del estudio de las posibilidades de la estructura y su comportamiento, que darían origen a sus soluciones de paraguas, cubiertas y cascarones futuros. Los documentos que muestran el proceso de diseño para su propuesta también contemplaron la posibilidad de proponer un templo similar a la Purísima.

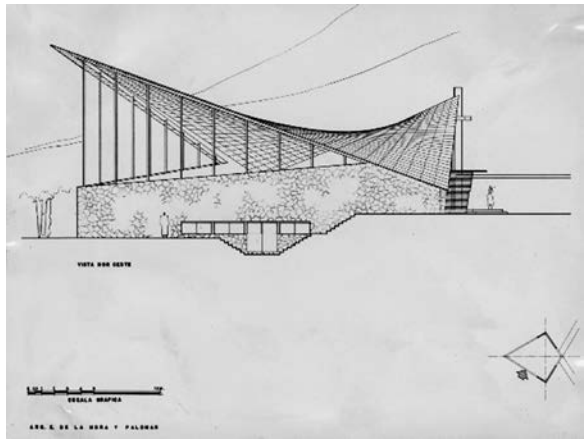
El catálogo de la Universidad de Columbia arroja un total de 37 proyectos de templos religiosos, en los cuales Candela fue el constructor. Solamente uno de ellos, la iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, es enteramente de su autoría. Esto contrasta con los poco más de 50 registros de las obras de Cubiertas Ala. Este control interno de la empresa cuenta, además, con los nombres de los arquitectos e ingenieros que encargaron a Félix Candela los cálculos estructurales y/o la construcción de sus diseños. Entre ellos destacan: Guillermo Rossell de la Lama, Francisco Aguayo, Juan Sordo Madaleno, Miguel Palomar, Marco Antonio Garfias, Fernando López Carmona, Jaime Ortiz Monasterio, Alberto González Pozo, Juan Antonio Tonda, Francisco de la Rosa, Gustavo Escudero, Ernesto Gómez Gallardo y, como se mencionó anteriormente, en número y calidad, Enrique de la Mora y Palomar.

Los procesos de diseño, más aún en tiempos en que los planos se elaboraban a mano, suelen ser muy largos. Cuando un proyecto arquitectónico entra a la etapa del cálculo y corrección del diseño estructural pueden haber pasado varios meses o años desde que se iniciara el proyecto. Es por ello por lo que los documentos suelen tener discrepancias en las fechas de ubicación, principalmente en la historiografía. Es importante aclarar esto ya que son tiempos flexibles y la consulta de fuentes primarias lo confirman. Entre el primer registro documental y la finalización de la edificación puede existir un desfase de años. Así, la comparación entre los fondos y los documentos de ambos despachos corroboran esta flexibilidad. De tal manera que se puede establecer que Enrique de la Mora y Félix Candela tuvieron a bien conocerse muy al principio de las actividades formales, una vez establecida la empresa Cubiertas Ala, muy probablemente en las primeras juntas para las obras en Ciudad Universitaria. El Centro Cívico, en Monterrey, y las Oficinas Centrales para Correos y la sede de la SCOP son ejemplo de este primer contacto que no cuajó.

Sin embargo, la construcción de la marquesina del edificio del Puerto de Liverpool, sobre el edificio modernizado de Avenida 20 de Noviembre, en la Ciudad de México, según el Catálogo de Cubiertas Ala y proyecto de Enrique de la Mora, se puede determinar como la primera obra construida en colaboración. Posteriormente, fue con la cubierta para la sala de remates (1953-1955) de la Bolsa Mexicana de Valores (1940-1969) cuando se iniciaron las co-



Sala de remates, Bolsa Mexicana de Valores. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 18.



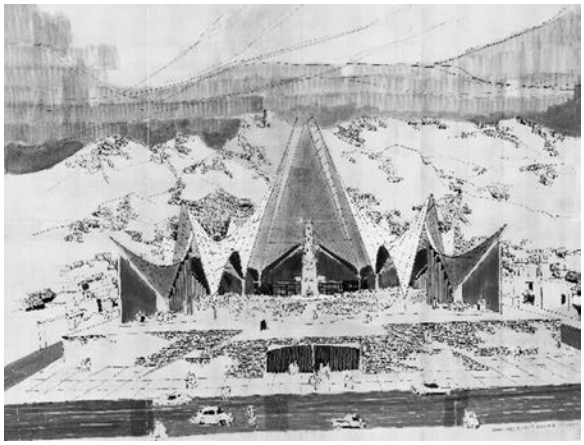
Capilla de Nuestra Señora de la Soledad. San José, El Altillo. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 193.

laboraciones más importantes entre ambos. Esta bóveda por arista con paraboloides hiperbólicos, primera en su tipo, está enclavada en un edificio de arquitectura silenciosa y anónima.

En 1955 se diseñó y comenzó la construcción de la Capilla de Nuestra Señora de la Soledad, en la Ex-Hacienda de San José, El Altillo, Ciudad de México, de la congregación de los Misioneros del Espíritu Santo, bajo el impulso y la promoción del padre Pedro Corona. El diseño arquitectónico de la distribución espacial y la solución geométrica del paraboloide corrieron a cargo del despacho de Enrique de la Mora, en colaboración con Fernando López Carmona, Pedro De la Mora y P. Wolfram Oehler. Los ajustes estructurales y su construcción estuvieron a cargo de Félix Candela y Cubiertas Ala. No está de más recordar la importancia y el impacto que tuvo esta capilla en la concepción de las iglesias modernas posteriores. Además de la cubierta de plástica original que flota visualmente sobre el espacio, la distribución centralizada que acerca el altar a los fieles y la integración plástica de los vitrales de Kitzia Hoffman se adelantó una década a las reformas anunciadas con el Concilio Vaticano II.

El principio de diseño del altar centralizado y cerca de los fieles, y el espacio contenido dentro de grandes cubiertas resueltas con láminas delgadas de concreto –cascarones– fueron el lenguaje recurrente entre los despachos de Enrique de la Mora y Félix Candela para sus templos católicos. A partir de entonces, de 1955 y hasta 1962, la Iglesia de San Antonio de las Huertas, la Catedral de San Agustín, la Iglesia de San José Obrero, la Capilla para las Hermanas de la Caridad de San Vicente de Paúl y la propuesta para el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, para la ciudad de Monterrey, sirvieron de experimentación para la propuesta del templo en Madrid. El ciclo de colaboración vería plasmarse y construirse cinco proyectos más, durante cuatro años, donde se pierde registro de trabajos conjuntos entre ambos despachos.[3] Con la Iglesia de la Santa Cruz, en San Luis Potosí, se cierra también el ciclo de los cascarones para el despacho de Enrique de la Mora.

[3] Iglesia del Perpetuo Socorro (1964-1970), Iglesia de la Divina Providencia (1964-1970), Capilla de la Escuela Apostólica, en San Luis Potosí (1965-1970), Capilla de María Corredentora (1965) y la Iglesia de la Santa Cruz (1966-1974). AAM/FA/UNAM. Fondo: Enrique de la Mora y Palomar, Catálogo General de Obras y Proyectos.



Proyecto para el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Monterrey. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 250.

Un milagro guadalupano en Madrid

El Santuario para Nuestra Señora de Guadalupe, en Monterrey, México, que se realizó en 1958 para la Congregación de los Misioneros del Espíritu Santo,[4] fue un proyecto fallido, ya que no se construyó. De él se conocen varias propuestas a nivel de anteproyecto. Uno de ellos constaba de una planta circular cuya cubierta se proponía ser resuelta con una parábola de rotación sostenida, una solución similar San Luis Gonzaga. La segunda constaba de una planta centralizada cubierta por ocho mantos de paraboloides hiperbólicos sostenidos sobre esbeltas columnas. Este último, al no ser aceptado por la diócesis regiomontana, viajó como propuesta a España.[5]

El 3 de julio de 1961 quedó constituida la Comisión española cuyas funciones se encargarían de erigir el santuario dedicado a la Virgen de Guadalupe, una residencia para los religiosos y, en una tercera etapa, una residencia para estudiantes provenientes de México. Ángel María Oñate, padre Superior General nombró a los miembros de la Comisión, donde destacaron Victoriano Olizabal Arriola y Salvador Martínez quienes mantuvieron el contacto principal con Enrique de la Mora durante todo el proceso de gestión de permisos, aprobación, diseño y ejecución de la obra.

Las parcelas urbanizadas del Sector Sur, en el Polígono de Santamarca, fueron puestas a subasta, por parte del Ayuntamiento de Madrid, el 9 de noviembre de 1961. Este ensanche, al norte de Madrid, entraba dentro del Plan General de Ordenación de Madrid, promovido por el arquitecto y urbanista Pedro Bidagor Lasarte, aprobado en 1946 junto a la Ley de Bases para los suburbios de Madrid.[6] Los terrenos fueron destinados al templo católico, por parte la Real Congregación de Arquitectos de Nuestra Señora de Belén en su huida a Egipto,[7] cuyo presidente, Gaspar Blein, exigía que el proyecto fuera convocado a concurso.

La Comisión, según la misiva del rvdo. Salvador Martínez, del 23 de octubre de 1961, narra que se comenzó a trabajar y se presentaron ante el alcalde de Madrid con el proyecto bajo el brazo, lo que parece que en un principio fue una tentativa fallida. El insistir en tocar otras puertas para llegar a las autoridades trajo consigo que fueran recibidos por uno de los Consejeros Nacionales de la Falange y subdirector del Banco de España, Antón Riestra, quien, entusiasmado por el proyecto, los contactó con el Conde de Casa Loja, jefe de la Casa Civil de

[4] Archivo de Arquitectos Mexicanos, Facultad de Arquitectura, UNAM (AAM/FA/UNAM). Fondo: Enrique de la Mora y Palomar, exp. 250. 1958.

[5] Toda la crónica histórica narrada a partir de este punto se basa en el expediente contenido en el Fondo: Enrique de la Mora, *loc. cit.,* exp. 278. 1960-1977.

[6] Sambricio Carlos, "La vivienda en Madrid de 1939 al Plan de Vivienda Social, en 1959", en Raquel Muñoz y Carlos Sambricio, *La vivienda en Madrid en la década de los cincuenta: el Plan de Urgencia Social*, Madrid, Electa, 1999, pp. 20-22; 41-44.

[7] Fundada en 1688 es el antecedente de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, de la Escuela de Arquitectura y de los Colegios y Hermandades Profesionales de Arquitectos. La Real Congregación de Arquitectos. <https://www.coam.org/rca/> (22 sept. 2019).

Franco, quien aceptó servir de intermediario con la presentación de Riestra y evitar el aval del ministerio de Asuntos Exteriores. Antón Riestra contactó al arquitecto gral. Castañón, pariente adquirido, que fungía como Jefe de Estado Mayor y secretario de Francisco Franco.

La relación Iglesia-Estado durante la dictadura franquista fue estrecha y, por lo general, los proyectos propuestos eran aceptados por el obispo, y había que presentárserlos antes de tener audiencia con Franco. Y así se hizo, acompañado el proyecto de sendas cartas de presentación y alabanza hacia el premiado arquitecto Enrique de la Mora; además de la perspectiva del anteproyecto, se solicitaba una maqueta montable.

La audiencia con Franco se programó para el 15 de noviembre de 1961. Un día antes, el Director de Cultura Hispánica, Blas Piñar, mandó a llamar a Salvador Martínez para hacerle desistir de presentarse ante el Generalísmo y, más, de proponer un Templo tan escandaloso, ya que el alcalde, José María de la Blanca Finat y Escrivá de Romaní, conocido como el Conde de Mayalde, se oponía abiertamente a él, pues era demasiado adelantado y moderno para España. Trataría de convencer a los Hermanos de desistir en su proyecto y, a cambio de regalarles el terreno, ellos debían ceder y permitir que el diseño lo hicieran españoles. El arreglo consistía en cobrarles un millón de pesetas, en vez de tres millones, y devolverles un millón para su construcción. Finalmente, los sacerdotes defendieron el proyecto y tuvieron audiencia con Francisco Franco. Después de explicar la labor de la congregación mexicana de los Misioneros del Espíritu Santo y su presencia en España para formar vocaciones nuevas mediante una Escuela Apostólica, pasaron a explicarle el antecedente directo y la modernidad, belleza y apreciación de San José, El Altillo para proponer al mismo arquitecto, Enrique de la Mora, como el más adecuado para levantar un templo mexicano en suelo español. Ante la explicación de los misioneros referente a la oposición de las autoridades del Ayuntamiento, Francisco Franco revisó el proyecto: no lo encontró escandaloso y pensó que sería bueno estrechar más los lazos con México, permitiendo a un arquitecto de fama internacional que lo diseñara. Con ello, determinó que se haría y que él, personalmente hablaría con el alcalde y con el Ministro de Vivienda, José María Sánchez de Arjona. Una llamada bastó para que, el 16 de noviembre, en el Ayuntamiento de Madrid, los misioneros fueran recibidos por el alcalde y el director de Fomento, señor Soler, para fijar la fecha para la colocación de la primera piedra, que se realizaría el 12 de diciembre de 1961. Finalmente, los terrenos también fueron regalados por instrucciones directas de Franco. Con ello, los sacerdotes comunicaban su júbilo y la intervención Mariana, milagrosa, que culminó con tres años de peregrinar entre instituciones sin ser escuchados.

La ceremonia de la colocación de la primera piedra fue un evento en el que participaron varias autoridades políticas y eclesiásticas. El obispo bendijo los cimientos y el acontecimiento fue grabado para la radio y la televisión, estuvo presente la prensa, que hizo importantes reseñas locales, y los Misioneros recibieron numerosos telegramas de felicitación, incluyendo uno del Papa Juan XXIII.

A finales de diciembre de 1961 se comenzó con el proyecto arquitectónico y ejecutivo.

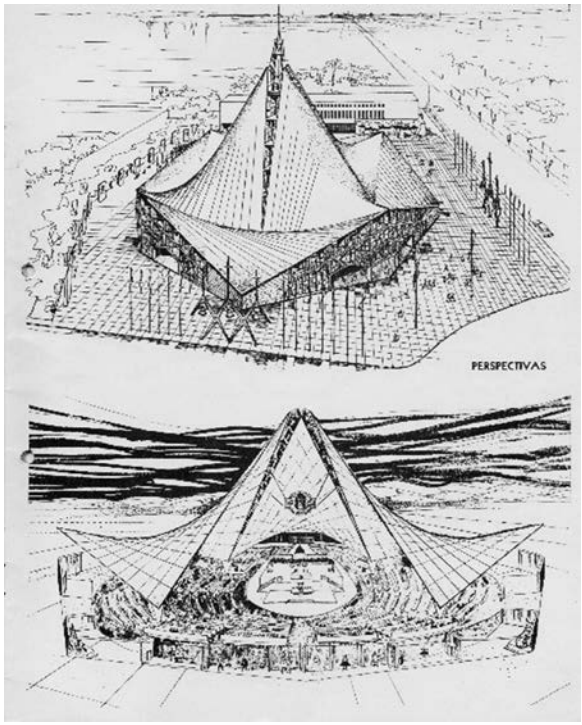
Los espacios de la mediación

En el fondo documental de Enrique de la Mora se tienen tres volúmenes de documentos que registran minuciosamente el proceso de diseño mediante un intercambio epistolar entre México y España. Estos inician en 1961, se con-

centran, en su mayoría, entre 1962 y 1963, y se van diluyendo las comunicaciones hasta 1968. Durante estos siete años es posible comprender las dificultades por las que atravesaron el diseño y la construcción y, sobre todo, establecer las barreras espaciales y temporales que hicieran este proceso largo y tortuoso. Aunque el diseño original del templo se fue modificando y adaptando a los requerimientos de las autoridades españolas, el mayor problema fue la obtención de recursos para su financiamiento. De ahí la creación de las Comisiones paralelas, cuya función era, principalmente, obtener recursos.

La Comisión española determinó, muy al principio, que el dinero tenía que venir de México, lo cual era un problema de orden político, ya que estaba prohibida la salida de dinero mexicano para la construcción de cualquier templo religioso fuera del país. El comité español, encabezado por Victoriano Olizabal, se encargó de subvencionar gran parte de la obra. Una forma de agradecimiento a la formación de su fortuna como harinero, en el país, y que, ya jubilado, había regresado a territorio español. El intercambio de correspondencia entre Enrique de la Mora, los Misioneros del Espíritu Santo, los miembros de la Comisión y el arquitecto residente cuentan la complejidad de estas relaciones, que se fueron gastando y desgastando. Sobre todo, porque algunas decisiones tomadas en España no esperaron respuesta desde México y se resolvieron directamente, sin considerar el proyecto original.

Desde sus inicios, una vez aceptado el proyecto, contó con algunas dificultades en cuanto a su diseño arquitectónico, aún antes de que este pasara por el diseño estructural de Félix Candela. Las críticas a la primera maqueta que se envió mostraron dos posturas claras entre los miembros de la Comisión Española: había quienes lo defendían, como bastión de modernidad, y quienes lo criticaban aludiendo a que la forma, una cubierta compuesta por ocho mantos de paraboloides hiperbólicos, parecía la carpa de un circo. Sobre este aspecto se desató una polémica en la que algunos miembros de la Comisión sostenían que Enrique de la Mora no debería cobrar honorarios ya que, con el hecho de permitírsele construir en España, él debía de sentirse halagado y que, alegaban, era una oportunidad para hacerse publicidad en Europa. Por otro lado, tampoco se veía con buenos ojos que a Félix Candela, exiliado en México y con ideas políticas adversas al régimen existente, se le permitiera participar y calcular el Santuario. Ante estas ofensas, Enrique de la Mora respondió enérgicamente y, además, con cartas de su abogado, Jorge Martínez Gómez del Campo, refutando cada una de las acusaciones y además haciendo entender que Enrique de la Mora y Félix Candela ya contaban con fama internacional y reconocimiento en Europa, que ninguno de los dos necesitaba hacerse publicidad en España. La circulación en las revistas de arquitectura y la construcción de los templos de La Purísima, la Medalla Milagrosa y El Altillo, además de la Bolsa Mexicana de Valores, dan fe de esta fama internacional. En 1961, Candela ya había recibido el Premio Auguste Perret, en Londres, por el sistema constructivo de las cubiertas regladas, como un aporte mexicano. Esto agravaba la suspicacia de sus pares españoles que, según palabras de De la Mora, no solo lo veían como refugiado sino como renegado. Y De la Mora siempre lo defendió. Se limaron asperezas con una comilona, cuando Miguel Fisac viajó a México con motivo de un congreso sobre arquitectura para la educación. Y con ello ya no se cuestionaron en España ni su calidad como calculista ni su cualidad de expatriado. A partir de entonces, todo cálculo estructural sería revisado y aceptado por Candela.



Proyecto para el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 278.

Aunada a la forma de la envolvente arquitectónica, también las polémicas se centraron en la solución estructural, la construcción, la propuesta de integración plástica con el arte sacro y, principalmente, en los recursos para hacer posible esta edificación.

La mediación, como ya se mencionó, se realizó por medio de una comunicación de cartas y memorándums que viajaban de un continente a otro y que, además, si no se perdían, tardaban varias semanas en llegar. Ni hablar de los servicios de paquetería con los planos, que corrieron con la misma suerte. El proyecto ejecutivo se elaboraba en el despacho de Enrique de la Mora, quien con la venia de la Comisión en México y los Misioneros pasaba a la siguiente etapa, donde todos los cálculos estructurales se realizaban en la empresa Cubiertas Ala, de Félix Candela. Los planos viajaban a España, ya sea por encargo o en paquetería, eran revisados por la Comisión española y se le entregaban al arquitecto residente de obra, quien, a su vez, los hacía llegar al calculista español y, según los comentarios o correcciones, viajaban de vuelta a México para hacer los cambios o sugestiones requeridas.

En este ir y venir de documentos, es interesante entender la relación tensa entre pares, es decir entre arquitectos diseñadores, constructores y calculistas quienes buscaban dejar su impronta en la obra que se estaba edificando.

La Comisión española sugirió al arquitecto José Ramón Azpiazu Ordóñez, cuñado del arquitecto Miguel Fisac Serna –un importante constructor de iglesias y de instituciones para el clero–, para dirigir las obras del Santuario. La razón, además del parentesco con el arquitecto Fisac, era que ya estaba construyendo las obras de los Misioneros de Calahorra, en España, y que Azpiazu, arquitecto joven y valiente que no le temía a la forma, ya había construido recientemente, en 1955, el canódromo de Madrid con una cubierta ligera, tipo membrana de concreto, además de que trabajó en el Laboratorio de Ensayo del Instituto Eduardo Torroja, quien había fallecido en 1961, pero su hijo José Antonio continuaba con su labor.

Se estableció también que los honorarios de los arquitectos corresponderían al 4.5% del total de la obra, dividido entre dos arquitectos: De la Mora y Azpiazu, quienes, a su vez, se encargarían de solventar los gastos de los calculistas y los especialistas en las instalaciones e ingenierías. Así, De la Mora trabajaba codo a codo con Candela, y Azpiazu contrató al arquitecto José Antonio Torroja para adecuar los cálculos de Candela a la "realidad española". Lo que se evidencia en la documentación es que, mientras al arquitecto Azpiazu se le liquidó según lo convenido y con ello a Torroja, a Enrique de la Mora solamente se le cubrieron

los gastos de los cálculos para Félix Candela y la elaboración de los planos y la primera maqueta del despacho. Para él, como arquitecto, con el honor, la gloria y la gracia de Dios debían bastarle.

Entre las primeras decisiones que José Ramón Azpiazu tomó –una vez firmado el contrato entre Victoriano Olizabal y el propio Azpiazu, en marzo de 1962, que establecía al arquitecto como el encargado de las obras por parte de las leyes españolas– fue la de desechar los cálculos de Félix Candela y proponer al Laboratorio del Instituto Torroja encargarse de ello, además de proponer lanzar un concurso para los vitrales y el arte sacro, designar la empresa constructora y adaptar las especificaciones de materiales a los que se ofertaban en el mercado. Con ello, básicamente, estuvo invitando a De la Mora a olvidarse de cualquier diseño posterior, que para eso se encargarían él y su equipo. En realidad, sucedió que Victoriano Olizabal, mayor inversionista, impuso bastante su gusto y las decisiones partieron directamente de él, poniendo en conflicto constantemente a los arquitectos y a la congregación.

Ante ello fue enfático Enrique de la Mora en que no dejaría ningún diseño, ni arquitectónico ni litúrgico, y mucho menos estructural, a decisión del equipo español. Su función era la de ejecutar y si había algo que resolver, se trataría de cuestiones técnicas de fontanería, iluminación, calefacción y sonido. Finalmente, ante un concurso fallido entre artistas españoles y una propuesta de un español en México, José de las Peñas, y una propuesta a asignar también por concurso a la constructora más competente, se eliminó la asignación directa de su construcción. El ganador de dicho concurso fue la constructora Marpy, cuyo contrato concluiría con la terminación de la obra negra.

Durante la primera mitad del año 1962 llegaron a España los planos arquitectónicos del templo y de la residencia. Esta última fue motivo de discusiones acaloradas ya que comenzó a edificarse antes que el templo, sin haber recibido los planos desde México y bajo instrucciones directas del padre en complicidad de Olizabal, brincándose con ello el proyecto de la Mora y dejando a Azpiazu su ejecución, basándose en la idea del anteproyecto. Esta situación molestó mucho a De la Mora, a la Comisión mexicana, al asesor litúrgico Pedro Corona y a los Misioneros. Se necesitaron varios litros de tinta para calmar los ánimos. La tensión entre los dos arquitectos se fue neutralizando hasta que se conocieron personalmente, a mediados de 1963, con el primero de los dos viajes que hiciera De la Mora a Madrid.

La Comisión mexicana se encargaba de reunir fondos mediante eventos o donaciones directas que no se podían realizar dentro de las instalaciones eclesiásticas, esto era una prohibición por parte del Estado mexicano, ante una crisis diplomática con el Vaticano,[8] para evitar la fuga de capital en manos de la Iglesia Católica, por lo que todo acto debía de hacerse de manera velada. Así, se organizaron comidas, cenas, charlas y eventos con diversos comerciantes de origen español para encontrar fondos o apadrinar las diversas partidas del proyecto, ya fuera con dinero o en especie, y con ello, a modo de cofradías gremiales de la época medieval, construir entre todos el tem-

[8] El Colegio Mayor de los Legionarios de Cristo, en Roma, mandó construir una iglesia, diseño de Gianni Mazzocca, dedicada a Nuestra Señora de Guadalupe y a San Felipe Mártir (1955-1958). Los fondos, obtenidos de las limosnas recolectadas directamente por la Arquidiócesis en México, provocaron una fiscalización por parte del Estado mexicano para evitar fugas de dinero para la construcción de templos católicos fuera del país. Este problema se vería reflejado en las cartas desde España que solicitaban fondos monetarios y las respuestas desde México que indicaban la dificultad para conseguir fondos directos y, con ello, apoyarse en eventos "disfrazados".

plo Guadalupano. El más importante fue el de los empresarios capitaneados por Carlos Rodríguez Aldai, que donaron toda la madera –cedro, caoba tropical y pino– para el templo y la residencia. Solamente que esta madera tardó más de dos años en llegar a España, por problemas aduaneros.

Al mismo donador de las tuberías de la obra en Calahorra, el arquitecto Cano, se le solicitó apoyo para movilizar al grupo ferretero de españoles en México y donar el material para las instalaciones. Lo que se consiguió fue una venta al costo, más no donaciones. El material eléctrico fue subvencionado por el ingeniero Alejo Peralta, a quien Enrique de la Mora había diseñado y construía el centro fabril de Pastejé, por aquellos años. La invitación se hizo extensiva a todos los productores de origen español, que de una u otra manera participaron. Aunque el inversionista mayor siguió siendo Victoriano Olizabal y, con ello, sus decisiones determinantes.

También se organizaron partidos de futbol, comidas, charreadas, exposiciones y una cena de gala celebrada en 1967 bajo el patrocinio de Emilio Azcárraga, con la participación de artistas y cantantes de la talla de Agustín Lara (quién se había casado con Rocío Durán en el Santuario de Guadalupe, en Madrid, en 1964), Mario Moreno "Cantinflas" y María Félix. Este evento contó con la presentación de un corto cinematográfico titulado *Allá en Madrid un templo*, realizado por Héctor Cervera y Carlos Prieto, en 1965, acerca de la construcción de la iglesia. A grandes rasgos, narra la historia lineal de la dolorosa conquista española que se purifica mediante la intervención de la Virgen de Guadalupe y la edificación de su Santuario en Madrid, aderezado con música de los Beatles. Recibió opiniones diversas y variadas, pero se utilizó como excusa para amenizar los eventos de recolección de fondos.

El proyecto y su transformación

En las primeras misivas, aún antes de un proyecto arquitectónico desarrollado y desde el anteproyecto de finales de 1961, se puede observar que las peticiones y requerimientos se hicieron patentes: una biblioteca encima de la capilla, salón de usos múltiples, sistemas de aire acondicionado y calefacción y una hospedería para estudiantes. Este último aspecto sería muy relevante, ya que el alcalde lo encontraba atractivo y había propuesto una línea de autobuses para conectar con la Ciudad Universitaria. Finalmente, esta petición no se concretó.

Las primeras especificaciones de la estructura del proyecto comprendían que el material predominante sería concreto (hormigón) armado con una serie de contrafuertes perimetrales en las estructuras, y los muros flotantes serían en tabique de barro recocido. El concreto debía tener un acabado aparente, por ello era importante el cuidado de la colocación de la cimbra (encofrado) que además permitiera su reutilización varias veces.

El proyecto estructural consistía en cuatro columnas esbeltas que sostenían los ocho mantos y un cerramiento con vitrales sostenidos por una estructura arbórea, según el proyecto de De la Mora. Pero una vez hechos los cálculos, el cerramiento se transformó en una serie de contrafuertes que ayudaban a sostener la cubierta. Los contrafuertes fueron desechados por cuestiones estéticas por la Comisión española en los primeros meses de 1963 y, aunque Azpiazu los defendió ante la duda de si aguantarían y funcionaría la estructura, generó polémica entre los arquitectos. El alegato de José Antonio Torroja era que el cerramiento con vitrales no se sostendría y se le fueron agregando elementos, a modo de contrafuertes, hasta convertirse en un muro plegado. Este muro perimetral, que comprendía unas pirámides huecas de di-

ferentes alturas con los vitrales imbuidos en los intersticios y el coronamiento quebrado como viga de borde, servía como apoyo para las cascarones. La solución y el diseño de la "plegada" se hizo directamente, de común acuerdo, en España ante la presencia de Enrique de la Mora, no sin haber pasado más de un año de peregrinaje de correspondencia, planos, cálculos y anteproyectos, con sus respectos malentendidos.

El cálculo de la plegada, finalmente, corrió a cargo de Torroja, quien ya se había seguido con la modificación de la cubierta también. Fue parado a tiempo y liquidado en la segunda mitad de 1964. Se procedió a ejecutar la cubierta, corregida y revisada varias veces, de Candela con otra constructora. Con ello, se trata de dos sistemas estructurales distintos que tuvieron que adaptarse sobre la marcha. Y por ello la sensación formal de un sombrero colocado sobre un molde de budín. Más allá de tranquilizar a los arquitectos e ingenieros españoles que aseguraban que no se sostendrían los empujes laterales de los mantos con simples contrafuertes, se tuvo que modificar, consecuentemente el sistema de los vitrales ahogados, que debían ser abstractos, no figurativos ni simbólicos, y utilizar una técnica de "cemento y cristal". Esta propuesta permitía ahorrar muchos metros cuadrados de emplomado de vidrio y se lograría, además, dar continuidad estructural al muro plegado; las pirámides huecas que lo conforman modificaron la ligereza del proyecto presentado años atrás. Con ello, el simbolismo y evocación de la aparición de la Virgen de Guadalupe como momento culminante de la fusión de dos culturas, se fue transformando hasta manejar solamente la emoción estética del paso de la luz a través de cristales de colores.

En cuanto a la linternilla que remata las armaduras laterales y corona la iglesia, estaba conformada por una estructura metálica calculada

Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid, durante la construcción de "La plegada". Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 278.

también por Félix Candela. Esta linternilla incluía unas persianas movibles que permitían la ventilación y que, por las noches, con la iluminación interior, se convertiría en una linterna al exterior elevando su efecto hacia el cielo como un faro.

El tema del presbiterio no era secundario ya que, al ser una planta no convencional, redonda, la ubicación de este se salía de los parámetros de lo construido en España hasta entonces. Si bien este esquema ya se había roto en México con la inclusión del presbiterio y el altar centralizados que permiten la comunión de los fieles y el sacrificio sagrado, aún no habían salido las nuevas disposiciones del Concilio Vaticano II. Y con ello España, mucho más conservadora, consideraba un presbiterio central algo demasiado moderno y hasta escandaloso. Entre las soluciones se presentó la colocación del baldaquino y de un altar adosado a uno de los muros. Finalmente, la construcción del templo demoró lo suficiente para que la idea original del presbiterio colocado en una plataforma con el altar centralizado fuera aprobada sin problemas, una vez difundidas las nuevas disposiciones para modernizar el rito católico. El argumento vencedor fue que, al ser un Templo Expiatorio, la exposición del santísimo era perenne en el altar principal y que las misas cotidianas

se harían en la Cripta inferior, reservando el templo para celebraciones solemnes y dominicales. La idea era que el Templo funcionara como lugar de peregrinación y que los recorridos perimetrales no interfirieran con las celebraciones.

En México, José de las Peñas, con su empresa "Vitrales Escalerillas", se ofreció para la realización de los vitrales abstractos que fueron un diseño de Zita Basich de Canessi. El hecho de ser un diseño surgido de una mujer levantó ámpula, tanto que en los documentos se menciona muy poco su participación en el diseño. De ella es también el diseño sintético que se utilizó como logotipo para promover la obra. Sin embrago, se refiere a ella una solicitud del padre que dirige las obras en que se mande una persona para supervisar la colocación ya que no confía en ella. Enrique de la Mora, una vez más, salió a defender la profesionalidad de la vitralista, como lo había hecho en su momento con Candela. El costo de los vitrales, transportación y colocación incluidos, ascendió a setecientos mil pesos de la época. Para diciembre de 1963 ya se habían recolectado en México poco más de siete millones de pesos. Se calculaba para su conclusión una cantidad similar. El dinero faltante se obtuvo de la venta de la casa Parroquial, en la calle de Triana, Madrid, y del Comité español capitaneado por Victoriano Olizabal.

La ejecución de la obra

En noviembre de 1961 se colocó la primera piedra, con una cápsula del tiempo, en presencia de las autoridades y la bendición eclesiástica, para iniciar las obras. Obras de las cuáles solamente existía un anteproyecto general y una maqueta volumétrica, por lo que los primeros meses de 1962 se trabajó a todo vapor para desarrollar de manera paralela el proyecto arquitectónico y estructural que se mandaban a España, y luego volvían a México para sus adaptaciones. El contrato con la compañía constructora, Marpy Construcciones, se firmó el 4 de diciembre de 1962 y se establecían 12 meses para la obra negra del templo y la residencia. Se trabajaría con la constructora bajo el régimen de "destajo"; también se encargarían de realizar las pruebas de la resistencia de concreto en el Laboratorio del Instituto Torroja. El contrato establecía dos etapas: preparación del terreno, excavación, construcción de los cimientos y estructuras; y construcción de la cubierta y los muros flotantes. A diferencia de México, con un clima poco variable y templado todo el año, las obras en España tenían que realizarse en ciertos periodos del año, sobre todo la cubierta, que debía ser colada en otoño. La segunda etapa concluiría con la colocación de cerramientos y el impermeabilizado. La obra gris y blanca correrían a cargo de otras empresas.

Las obras arrancaron en 1963, sin permisos ni licencias de construcción, que se obtuvieron hasta mediados de 1964. Aunque, para el primer trimestre de 1963, el dinero destinado para el templo ya se había gastado en realizar las obras del edificio anexo, bajo mandato directo del Victoriano Olizabal y ejecución de Azpiazu, y el templo seguía en definición. La excusa de que las cartas se perdieron en el camino también se complementó con acusaciones veladas de que De la Mora no había trabajado y que se tenía que seguir adelante con la obra. Esta condición fue sin duda el mayor problema y una especie de "teléfono descompuesto". El hecho de no haber seguido y esperado las indicaciones del proyecto obligó a que se demolieran y se rectificaran algunas partes ya realizadas, como las escaleras ya que las medidas no coincidían. Las modificaciones a la cripta y al presbiterio, en su ir y venir, atrasaban más las obras. A medida que se acercaba el verano de 1963 las obras se hicieron más lentas. En el mes de julio de 1963, Enrique

de la Mora viajó a España para inspeccionar la obra, tomar decisiones, reunirse con el Comité español y plantear posibles soluciones. Los tres grandes problemas que se trataron fueron: el cambio del proyecto por parte de Victoriano Olizabal y el rumbo que se debía tomar en adelante, además de plantear definitivamente la solución estructural de los muros y la plegada que colaboraría con el sostén de la cubierta. El segundo problema se refería a la obtención de recursos y el tercero a problemas internos dentro de la Congregación, que parecía no tener demasiado interés en apoyar la obra, atrasando con ello los planes de su terminación, de manera optimista, hasta 1965.

El aspecto primordial, una vez concluida la obra negra, consistía en los acabados y recubrimientos, así como las instalaciones que conforman la obra gris y blanca. Y para ello debían contar con el apoyo de benefactores. Es decir, este aspecto se fue solucionando sobre la marcha: cuando hubiera recursos o insumos en especie.

La plegada tardó mucho en ser calculada por José Antonio Torroja, que argumentaba que le faltaban datos de la cubierta calculada por Candela. Lo cierto es que tampoco le ponía demasiado empeño en concluir el cálculo, ya que no se le podía pagar, o así se le había dicho. Con ello el atraso de casi un año, junto con la aprobación de Enrique de la Mora y de Candela de esos cálculos, hizo que se demorara la obra. Comenzó a colarse el 1° de agosto de 1964, el pago de Torroja fue liquidado en noviembre de 1964. Siguiendo las especificaciones de los planos, no sin algunos tropiezos, se comenzó a cimbrar y a colar la plegada y sus pirámides truncas. En estas se debían de colar moldes de medidas específicas que permitieran luego la colocación de los vitrales una vez fraguado el concreto. Las piezas de los vitrales, así como los moldes y su correcta colocación debían de ser ejecutados a la perfección. Se

Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid, durante la construcción de la cimbra (encofrado). Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 278.

tuvieron que rehacer algunos vitrales ya que no correspondían a las medidas de los moldes proporcionadas en los planos, lo que atrasó por algunas semanas la colocación de los vitrales imbuidos.

El atrio se terminó de proyectar en octubre de 1964 y conformó modificaciones importantes a la escalinata que debía dar jerarquía al templo que, a nivel de calle, no se podía apreciar. Además, se modificaron algunas de las pirámides para permitir un acceso más limpio, por lo que se demolieron tres pirámides y tuvieron que reajustarlas. En el otoño de 1965 se comenzaron a armar las cimbras (encofrados) para formar los paraboloides hiperbólicos que se colaron en el mes de octubre. Para el mes de mayo de 1966 aún no se había impermeabilizado la cubierta. Para diseñar el jardín exterior se propuso convocar a Luis Barragán, pero fue una idea que no prosperó.

Finalmente, el templo concluido en la década de los años setenta, alberga a 900 fieles sentados, cuenta con un presbiterio central, con el altar que promueve la comunión, y un coro en el mismo nivel. Los confesionarios se diseñaron aprovechando los huecos de las pirámides trun-

Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid. Foto: Archivo Arquitectos Mexicanos, FA/UNAM, fondo Enrique de la Mora, exp. 278.

cas. La sacristía se encuentra en un nivel inferior y una cripta en el sótano, con acceso independiente, donde se celebran las misas cotidianas, con capacidad para 400 personas sentadas.

La casa comunitaria, que poco tuvo de Enrique de la Mora, más que en su idea inicial, cuenta con recepción, área de programación de eventos, comedor, dormitorios, un auditorio, biblioteca, salones parroquiales y servicios.

Reflexiones finales

El proyecto propuesto desde el despacho de Enrique de la Mora, pensado originalmente para otro lugar y otra latitud (Monterrey, Nuevo León), sufrió una serie de cambios y modificaciones hasta su realización, dejando en claro que los proyectos que no son planteados y resueltos arquitectónicamente, estructuralmente y, sobre todo, económicamente desde un principio, pueden tener un camino tortuoso para su ejecución y con altas posibilidades de no ser concluidos.

Por otro lado, el Santuario de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid, tuvo diferentes padres intelectuales, pero fue Enrique de la Mora quien sostuvo más firme el timón para lograr que se concluyera, defendiendo siempre a su equipo de trabajo. Es muy probable que en esta obra haya dejado más que su creatividad y economía. Se proyectó con el corazón y representaba también una experimentación estructural de la posibilidad de la combinación de varios mantos parabólicos.

Hasta ese momento, ocho paraboloides para un solo objeto arquitectónico parecía ser el límite máximo que llegaron a construir juntos Enrique de la Mora y Félix Candela. Finalmente, este experimento estructural también permitió buscar soluciones a grandes claros con otro tipo de cascarones.

Esta obra representó el regreso en espíritu de Félix Candela a España, y el principio de la reconciliación con su país de origen, que se haría de manera física y personal algunos años después. Con el templo madrileño, su fama de calculista y constructor creció y, de manera tardía, se convirtió en profeta en su tierra.

Cascarones a la estela de Candela en España

Luis-Alfonso Basterra

La arquitectura que Félix Candela realizó en México, especialmente en su década "prodigiosa", que prácticamente coincide con la de los años cincuenta del siglo xx, ha sido ya muy bien descrita y divulgada por diversos autores.[1]

Al margen de los edificios industriales basados en "paraguas", sus características singulares son difícilmente extrapolables como tipológicas: iglesias, mercados, clubs y restaurantes, incluso pequeños *bungalows* residenciales, esculturas urbanas, etcétera, tenían individualmente unas características propias, que los singularizan y caracterizan de forma aislada. La evolución técnica dificulta también el establecimiento de coordenadas de referencia para todas ellas, excluidas, lógicamente, las más evidentes, también reiteradamente puestas de manifiesto en la literatura reciente. Probablemente ello haya sido la causa de su relativamente limitado impacto posterior, en el sentido de que Candela tuvo, en relación con su brillante y fructífera aportación individual, una relativamente escasa continuación. En México, al margen de las más conocidas aportaciones de Juan Antonio Tonda, Ovidio Botella y Oscar Coll, con el tiempo han ido apareciendo otras referencias, gracias a las investigaciones impulsadas por el doctor del Cueto, entre otros, igual que en otros países hispanoamericanos o más alejados del ámbito de actuación original de su impulsor. Algunas de ellas, acompañan estas líneas en esta publicación.

En el caso concreto de España, país de origen y de formación arquitectónica inicial de Félix Candela, el impacto de su obra, desgraciadamente amortiguado por el régimen político establecido en España durante los años de su mayor esplendor profesional en México, fue relativamente reducido, pero intenso.

Además de la conocida iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid, frente al parque de Berlín, y apodada por los madrileños como "la mexicana", que es tratada en otras páginas de este libro por la profesora Elisa Drago, cabe destacar, a estos efectos, la singular actividad de los arquitectos José Enrique Ruiz-Castillo Ucelay y Ricardo Urgoiti. El primero era hijo de Matilde Ucelay Maortua,[2]

[1] Véase, a título de ejemplo no exhaustivo: Del Cueto, J. I. *et al., Félix Candela: 1910-2010*, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, Madrid, 2010.

[2] Para mayor información sobre Matilde Ucelay, ver: Vílchez Luzón, J., *Matilde Ucelay. Primera mujer arquitecta en España*, Universidad de Granada, tesis doctoral, 2012; y Sán-

quien fuera la primera mujer que obtuvo el título de Arquitecto, en España, merecidamente galardonada en 2004 con el Premio Nacional de Arquitectura, y compañera de Félix Candela en la ETSAM. No tenemos constancia fehaciente de la influencia que esta última circunstancia pudo haber tenido en el hecho de que Ruiz-Castillo y Urgoiti viajaran a México, becados por la Fundación March, para disfrutar de una productiva estancia en la que tuvieron la oportunidad de trabajar en las oficinas de Cubiertas Ala, la empresa constructora familiar fundada por los hermanos Fernando y Raúl Fernández Rangel y Félix Candela, en 1950, a la que más tarde se incorporarían los hermanos de Félix: Antonio, que ejerció su profesión de aparejador, y Julia, en labores administrativas. El aprovechamiento de esta colaboración fue evidente puesto que, a su vuelta, en 1963, fundaron en Madrid su propia empresa constructora: Construcciones Laminares. Con ella replican en España el modelo de Cubiertas Ala en México, dedicándose al diseño, cálculo y ejecución de este tipo de estructuras, realizando por todo el país una amplia variedad de estructuras laminares. En 1974, fallecido dramáticamente Ricardo Urgoiti en un asalto violento a sus oficinas, José E. Ruiz-Castillo se hizo cargo de Construcciones Laminares, como oficina técnica, y Pedro Fernández, con el equipo de operarios y de la actividad constructora, trabajando durante un tiempo en colaboración.

Entre las muy numerosas realizaciones de la empresa deben mencionarse la cubrición y ampliación del estadio municipal de Balaídos, en Vigo, en 1967, realizado en colaboración con el arquitecto local Antón Román Conde. La estructura constaba de 72 losas prismáticas, de 7 cm de espesor y 16.85 m de vuelo, que resolvieron los problemas planteados por la curvatura de la planta. Hoy una buena parte de la cubierta ha sido demolida y sustituida.

Román Conde, Ruiz-Castillo y Urgoiti: cubrición y ampliación del estadio municipal de Balaídos, en Vigo. Foto: Magar.

En la misma ciudad viguesa, concretamente en su barrio de O Calvario, y en colaboración con el mismo arquitecto local, Ruiz-Castillo y Urgoiti construyeron en 1968 la iglesia de la Inmaculada Concepción, popularmente conocida como "la iglesia de los Picos" por su singular volumetría, a modo de una enorme pieza de papiroflexia que nace directamente del terreno. En los triángulos que conforman las superficies de corte verticales que suben desde el suelo se disponen unas celosías que filtran abundante luz al interior del templo y sirven, a la vez, de elementos estabilizadores y de arriostramiento. Al parecer, condiciones restrictivas de índole municipal y económica impusieron una reducción de superficie de casi un 30%, lo que nos privó de ver cómo la estructura hubiera alcanzado un tamaño mucho más considerable.

Una última colaboración, al menos conocida hasta ahora, entre Estructuras Laminares y el arquitecto Román Conde fructificaría en la barriada de Navia, en el entonces extrarradio de la ciudad viguesa. En tal entorno, casi rural y al borde la carretera, erigieron la iglesia parroquial de San Paio, o San Pelayo, de planta basilical y mucho más modestas dimensiones

chez de Madariaga, I. (dir.), *Matilde Ucelay Maórtua, una vida en construcción*, Ministerio de Fomento, Madrid, 2012.

Román Conde, Ruiz-Castillo y Urgoiti: interior de la Iglesia de San Paio, Navia, Vigo, 1960. Foto: Alfonso Basterra.

que la anterior. En ella, un inteligente plegado de las láminas parabólico hiperbólicas permite introducir la luz en el recoleto espacio interior, tanto cenitalmente como a ras de suelo, en un juego de contrastes de gran originalidad.

En la pequeña localidad de Cueto, anexa a Santander, Construcciones Laminares había previamente edificado, en 1967, la pequeña iglesia de Nuestra Señora del Faro, con proyecto del arquitecto Jaime Carceller. Una bóveda de seis gajos iguales, cuya amplia curvatura asegura tensiones reducidas en la lámina. En este caso, la proximidad del mar y algunos problemas de degradación del hormigón habían revelado la problemática delgadez excesiva de las estructuras laminares en estos ambientes tan agresivos, y la armadura de la lámina se fue deteriorando progresivamente, habiendo sido muy afortunadamente restaurada por los arquitectos Pedro Fernández Lastra y Eduardo Cabanas Moreno.

Pero probablemente la colaboración más duradera y fructífera de José Ruiz-Castillo y Ricardo Urgoiti, a través de Construcciones Laminares, sería la establecida con el padre dominico y arquitecto Francisco Coello de Portugal. Nacido en Jaén en 1926, al poco tiempo se traslada a Madrid, ciudad en la que realizó sus estudios de Arquitectura. Poco después, su otra gran vocación, el sacerdocio, hace que ingrese en la Orden de los Dominicos. A mediados de los años cincuenta principia su actividad arquitectónica, con el que sería, a la postre, una de sus grandes realizaciones: el Santuario de La Virgen del Camino, en León (1955-1961).[3]

Uno de los primeros frutos de la colaboración con Construcciones Laminares serían unas losas prismáticas para la cubrición de una difícil planta trapezoidal, en la iglesia del Colegio de Santo Domingo de Guzmán (1964-65), en la ciudad de Palencia, cuyo solape parcial permite introducir la luz del sur, sin su impacto directo en el interior. La ejecución mediante tableros de encofrado planos abarataba la carpintería de armar, y el armado era sencillo, mediante un mallazo genérico y ferralla de refuerzo de colocación simple. Su diseño y procedimiento de cálculo, reflejado por sus autores en algunos documentos comerciales de la empresa, también denotan una reconocible dependencia de los criterios estructurales de su maestro de referencia, Félix Candela.

En la cántabra ciudad de Torrelavega, y para el colegio de las RR.MM. de los Sagrados Corazones (1964-68), construyeron una bóveda de planta cuadrada y 23 m de lado, que se apoya en los dos vértices bajos opuestos y tiene los otros dos elevados a distinto nivel.[4] El tipo estructural se corresponde, con matices, con el de la capilla de Nuestra Señora de la Sole-

[3] Sobre la obra completa de Fray Coello de Portugal, ver: Ruiz Iñigo, M., *El racionalismo intuitivo en la obra del arquitecto dominico Fray Coello de Portugal*, Universidad de Valladolid, tesis doctoral, 2016; y Fernández Cobián, E. (coord.), *Fray Coello de Portugal: dominico y arquitecto,* Fundación Antonio Camuñas, Madrid, 2001.

[4] *Cfr.,* "Estructuras laminares en España: Arquitecto Fray Coello de Portugal", *Informes de la Construcción*, núm. 197 (1958), Instituto Eduardo Torroja, Madrid, pp. 41-51.

Coello de Portugal, Ruiz-Castillo y Urgoiti: Iglesia del colegio de las RR.MM. de los Sagrados Corazones, Torrelavega, Cantabria, 1968. Fotos: Alfonso Basterra.

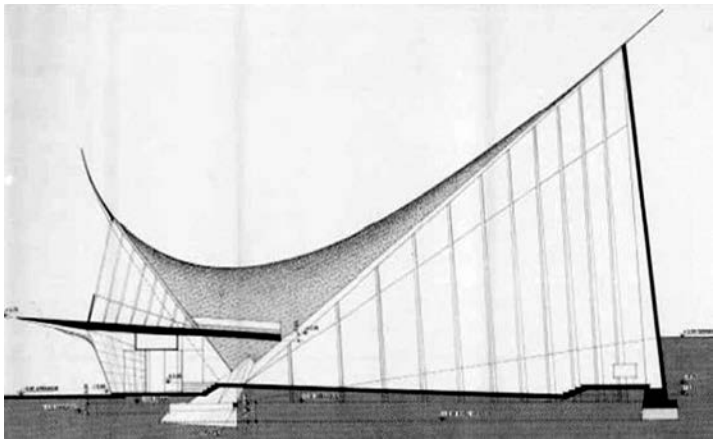
Coello de Portugal, Ruiz-Castillo y Urgoiti: Iglesia de Nuestra Señora del Valle, Becerril de la Sierra, Madrid, 1968. Fotos: Alfonso Basterra.

dad de El Altillo (1955), en Coyoacán, Ciudad de México, construida en su día merced a la eficiente colaboración de Félix Candela con los arquitectos mexicanos Enrique "El pelón" de la Mora y Fernando López Carmona. En este caso, la asimetría permite aligerar los dos bordes más inclinados, con solicitaciones normales más reducidas, a costa de reforzar mediante sendas vigas de mayor entidad los bordes cortos, estabilizados por los montantes tubulares metálicos de los ventanales. Los robustos soportes exteriores inclinados son arriostrados bajo el pavimento con unos eficientes tirantes metálicos. Mediante esta serie de estrategias de diseño, que evidencian de forma muy expresiva la ligereza de la lámina, podemos encontrar, de nuevo, la reconocible herencia del maestro hispano-mexicano.

A partir de 1965 abordaron conjuntamente el proyecto y construcción de la iglesia de Nuestra Señora del Valle, en Becerril de la Sierra, al norte de Madrid, concluida en 1968 y popularmente conocida como la "iglesia del Pico".[5] El agreste terreno de las afueras de la montañosa localidad dio pie a un diseño en el que el paraboloide hiperbólico directamente evoca los escarpados perfiles de la vecina sierra de Guadarrama.

En 1967 Construcciones Laminares desarrolla junto a Coello el proyecto de la iglesia de San Braulio, en el populoso barrio madrileño de Carabanchel, con serios paralelismos con la anterior, aunque en un entorno urbano que difiere sustancialmente del de Becerril de la Sierra, y que finalmente no fue construida. En la documentación gráfica de la que disponemos,

[5] AA.VV., "Iglesia de Nª.Sª. del Valle, Becerril de la Sierra – Madrid", *Arquitectura COAM*, núm. 119, nov. (1968), Madrid, pp. 29-33.



Coello de Portugal, Construcciones Laminares, proyecto de la iglesia de San Braulio, en Carabanchel, Madrid, 1967. Fuente: M. Ruiz Iñigo.

Coello de Portugal, Ruiz-Castillo y Urgoiti: Iglesia para las RR.MM. de la Sagrada Familia, actualmente Santa María de Yermo, Madrid. Foto: Marta Herrera Tejedor.

se observa una lámina de borde libre recto, de acusada asimetría. Para su estabilización se intuyen sistemas innovadores, alternativos al empleado inicialmente por Candela en este tipo, iniciado con la citada capilla de El Altillo.[6]

Fruto de la productiva colaboración de fray Coello de Portugal con Ruiz-Castillo y Urgoiti serían unas cuantas obras más, cuyo completo tratamiento ya desbordaría los límites de este trabajo. Entre ellas podrían mencionarse la cubierta colgante sobre cadenas en el colegio Nuestra Señora de la Paz (1965-68), para los RR.PP. de los Sagrados Corazones, también en Torrelavega; la iglesia para las RR.MM. de la Sagrada Familia, hoy Santa María del Yermo, en Madrid, con tres fragmentos de paraboloide hiperbólico que evoca a la iglesia mexicana de San Vicente de Paúl; y algunas otras iglesias construidas en las Islas Canarias: la del colegio Santa Rosa de Lima (1967-70), para las RR.MM. Dominicas, en La Laguna, Tenerife, y la del colegio La Pureza de María (1972-74), para las RR.MM. homónimas, en Los Realejos, Santa Cruz de Tenerife, situado en un difícil terreno aterrazado sobre la ladera de un antiguo volcán extinguido.

Pero la actividad de Ruiz-Castillo no se limitó a la consultoría, cálculo y construcción de estructuras laminares a través de la citada empresa especializada, sino que se prolongó, ejerciendo en este caso ya como arquitecto proyectista, con proyectos de interesantes edificios industriales con estructuras de cubierta basadas en el conocido paraguas: ingeniosa intersección de cuatro paraboloides hiperbólicos, y de cuyo verdadero comportamiento estructural ya nos hemos ocupado en trabajos anteriores.[7] Así construyeron, entre otras obras, las naves industriales situadas en la Vía Complutense, de la localidad madrileña de Alcalá de Henares, para la empresa Pares Hermanos S.A., en 1973.

Otro proyecto industrial similar, este de mayores dimensiones que el anterior, se proyectó y construyó, en dos fases sucesivas y a partir

[6] *Cfr.,* Ruiz Iñigo. M., *op. cit.* 2016.

[7] Basterra, L.A., "The behaviour of the umbrella as a recurring theme in Félix Candela's work", *Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures: J. IASS*, vol. 51 (2010) núm. 1, marzo, n. 163, pp. 42-65.

Ruiz-Castillo: Naves para PROHESA, en Alcalá de Henares, Madrid, 1974. Fotos: Alfonso Basterra.

Feduchi y Eced: Instituto Politécnico "Cristo Rey", Valladolid, 1966. Fotos: Alfonso Basterra.

de 1974, para la empresa Promotora Henares S.A. (PROHESA). En estas obras, Ruiz-Castillo incluyó algunos aspectos constructivos novedosos sobre la práctica habitual de Cubiertas Ala, entre los que cabe destacar el empleo de un perfil metálico laminado en "U" en los bordes de los paraguas que, a la vez que actúan de armadura de tracción en una zona con solicitaciones normales de este tipo, servía para rigidizar a flexión las esquinas de los paraguas, donde la reducida curvatura y el escaso espesor habían propiciado indeseables flechas diferidas en las puntas, que Félix Candela ya había padecido en sus *primeros* paraguas construidos en México.[8]

En la ciudad de Valladolid se conservan en buen estado los *paraguas* proyectados por el arquitecto Luis María Martínez-Feduchi Ruiz con Vicente Eced (colaborador), para el Instituto Politécnico "Cristo Rey" (1965). Se trata de dos conjuntos, de 16 y 24 paraguas respectivamente, dispuestos en dos naves contiguas, cuyo cerramiento se ha hecho coincidir con habilidad con dos de las líneas de pilares. De esta forma, por el exterior los paraboloides rebasan el cerramiento a modo de grandes ménsulas alabeadas de indudable expresividad.

No puede concluirse un repaso, siquiera sucinto, a la estela de Félix Candela en su país de origen sin referirse a la obra de Luis-Fernando López Díaz. Formado en la Escuela de Arquitectura de Barcelona, e introducido en las estructuras laminares por el profesor Carles Buxadé i Ribot, López Díaz realizó el doctorado bajo la dirección del profesor Félix Escrig, en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla y ejerció la docencia de estructuras en dicha institución. Buen conocedor de la

[8] *Ibidem.*

Luis López Díaz, taller de automóviles, Las Palmas de Gran Canaria, 1971. Exterior e interior. Fotos: Juan Ignacio del Cueto.

obra de Candela en México, López Díaz es autor de algunas más que interesantes estructuras laminares.[9]

Aunque inicialmente construyó algunos edificios de uso industrial y para talleres de automóviles, las estructuras laminares más significativas se integran en el ámbito turístico del sur de la isla de Gran Canaria, en el cual las estructuras laminares han servido a López Díaz para enfatizar determinados espacios representativos, como la cubrición de accesos a edificios hoteleros o piscinas.

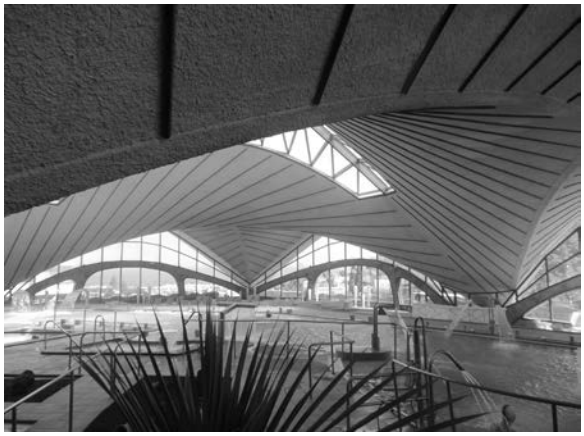
Su aportación fundamental radica en la ausencia de simetría, que siempre había sido empleada por Candela y los demás autores vistos anteriormente como estrategia de diseño estructural, para equilibrar las componentes horizontales de los esfuerzos de las láminas al llegar a sus aristas de intersección. Altera así la rigidez de la composición de bóvedas en planta simétrica, por cierto, heredada de la tradición más clásica, introduciendo una componente de diseño que, además, dificultaba en gran medida la comprobación numérica.

Luis López Díaz, Hotel H-10, Playa Meloneras, Gran Canaria, 2000. Vista del vestíbulo. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

De este modo proyectó y construyó diversas cubiertas para el vestíbulo principal del edificio de apartamentos Anfi del Mar (1992), de planta en triangulo isósceles y lados de 19.45 x 18.35 m. En dichos edificios construyó, algo después, otras cubiertas menores, para los apartamentos situados en las últimas plantas del complejo turístico (1993-94).

La gran bóveda de 60 x 40 m que cubre el edificio de tres plantas destinado a alojar las zonas nobles del Hotel H-10, en playa Meloneras, Gran Canaria (2002), tiene forma de palmera y a través de su tronco central se dirigen al exterior las conducciones verticales de gases y humos de las máquinas y cocinas inferiores. Es clara la relación de esta obra con la realizada por Fernando López Carmona y Félix

[9] AA.VV., "Luis López: constantes en la Arquitectura turística hotelera en Canarias", Revista *BASA*, Colegio Oficial de Arquitectos de Canarias, núm. 28 (2005), pp. 64-77.



Thalasso Gloria-San Agustín, Las Palmas de Gran Canaria. Foto: Luis López Díaz.

Candela en la iglesia de Santa Mónica (1960), en el parque de San Lorenzo, de la Ciudad de México, si bien el sistema constructivo es algo distinto pues se emplearon, en este caso, una serie de armazones compuestos por perfiles tubulares curvos, de diferentes secciones, tamaños y formas.

Pero la mayor estructura laminar proyectada y construida por López Díaz sería la imponente cubierta para las instalaciones de piscinas de agua caliente de mar y zonas de jardín y estancia, como parte de un balneario de talasoterapia en Maspalomas, Gran Canaria. La bóveda principal, que tiene 2000 m² de superficie, alcanza los 50 m de luz libre para un espesor de 5 cm. Esta esbeltez de 1/1000 supera en bastante las logradas por Candela en algunas de sus últimas obras, como el restaurante de Xochimilco o la planta embotelladora de Bacardí, que rondan el 1/750, e incluso algunas de las más grandes y tenidas por más esbeltas del mundo, como la cubierta del mercado en Leipzig, de H. Ritter, de 1929, que, con una luz de 75 m para 10 cm de grosor, tiene una esbeltez similar a aquellas.

Agradecimientos

El autor quiere mostrar su agradecimiento a José Enrique Ruiz-Castillo Ucelay y a Luis López Díaz, por sus inolvidables conversaciones, y por el material cedido para ilustrar este trabajo. Así mismo, agradezco a Eduardo Cabanas Moreno su información y material gráfico sobre la iglesia de Cueto, y a don Alberto Moreno Peral, jefe del Servicio de Patrimonio Histórico de Alcalá de Henares, su amabilidad y las facilidades para consultar los documentos del archivo municipal de dicha localidad.

Bibliografía

Basterra Otero, L.A., "A la estela de Félix Candela: Algunas obras en España", en Del Cueto, J. I. (Ed.) *Félix Candela: 1910-2010*. SECC Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales. Madrid, 2010. pp. 189-209.

Grinda, E. G., "El hormigón armado". *Tectónica,* núm. 3. ATC Ediciones, Madrid, sep.-dic., 1996.

Fernández Cobián, E. (coord.), *Fray Coello de Portugal: dominico y arquitecto,* Fundación Antonio Camuñas, Madrid, 2001.

"Estructuras laminares en España: Arquitecto Fray Coello de Portugal", *Informes de la Construcción,* núm. 197, 1958, Instituto Eduardo Torroja, Madrid, pp. 41-51.

"Iglesia de Nª.Sª. del Valle, Becerril de la Sierra - Madrid". *Arquitectura COAM,* núm. 119, Madrid, nov. 1968, pp.. 29-33.

López Luis, "Constantes en la Arquitectura turística hotelera en Canarias". *BASA,* Colegio Oficial de Arquitectos de Canarias, núm. 28, 2005, pp. 64-77.

Ruiz Iñigo, M., *El racionalismo intuitivo en la obra del arquitecto dominico Fray Coello de Portugal,* Universidad de Valladolid, Tesis doctoral, 2016.

Vílchez Luzón, J., *Matilde Ucelay. Primera mujer arquitecta en España,* Universidad de Granada, Tesis doctoral, 2012.

Láminas y mallas transatlánticas. La herencia de Félix Candela en España

Rafael García García

Aunque todavía no es bien conocido el número de estructuras laminares existentes en España, dentro de las realizadas con paraboloides hiperbólicos y con autorías establecidas, es posible encontrar mayoritariamente un nexo que las vincule a Félix Candela. Esto es así, bien porque sus autores fueran discípulos o seguidores suyos o bien porque tuvieron en algún momento contacto relativamente directo con él. Hablar por tanto de paraboloides hiperbólicos en España es relatar una historia llena de vínculos con el creador de estas mismas estructuras.

Pero como se ha indicado, el conjunto de estructuras laminares realizadas con paraboloides hiperbólicos existentes en España carece aún de un listado o catálogo completo. Esto es llamativo, ya que parece contrastar con la atención prestada en otros países en los que, aunque su cantidad es bastante más elevada, como es el caso de México, su registro parece ser mucho más preciso y detallado. No obstante, en lo que respecta a las de formas más singulares, con un claro protagonismo visual en la conformación del edificio y puesto que su número es limitado, sí se conocen sus obras más relevantes. En ellas es, además, mayoritario el carácter religioso.

Las de funcionalidad más utilitaria o industrial son por el contrario más abundantes, pero dado que su presencia es más difícil de detectar, estando sus estructuras muchas veces ocultas dentro de áreas de edificaciones industriales aparentemente triviales, existe una mayor incertidumbre respecto a su número real.

La exposición que aquí se hará se refiere fundamentalmente a obras existentes, a sus autores y a los hilos que las conectan con Candela, pero no solo a sus paraboloides, también a otras estructuras que, como las láminas plegadas o los patrones de mallas, tuvieron repercusiones transatlánticas dignas de mencionarse.

Paraboloides en arquitecturas no utilitarias

Para la presentación más o menos sistemática, aunque desde luego no exhaustiva, que aquí se pretende, es útil retomar la diferenciación anterior y hacer referencia en primer lugar a las construcciones más singulares.

Para ello deben mencionarse en posición destacada los primeros y quizás máximos realizadores de láminas con paraboloides en España, los arquitectos Enrique Ruiz-Castillo y Ricardo Urgoiti, bien conocidos en este aspecto, y los cuales muy pronto en sus carreras op-

Jaime Carceller y Construcciones Laminares, iglesia de Nuestra Señora del Faro, en Cueto, Santander. Vistas exterior e interior tras la restauración. Fotos: Juan Ignacio del Cueto.

taron por una especialización en el diseño, cálculo, consultoría y construcción de las mismas.[1] Ambos, fascinados por el conocimiento que iba llegando a España sobre la obra de Candela, consiguieron al poco tiempo de terminar sus carreras en Madrid una beca de la fundación Juan March para visitarlo en México y aprender todo lo posible directamente del maestro.[2] A su regreso, en 1963, fundaron Construcciones Laminares, empresa en cierto modo trasunto de Cubiertas Ala y principal protagonista española en cuanto a su trayectoria de realizaciones.

Con Ruiz-Castillo y Urgoiti como asesores técnicos, se construyeron las iglesias de la Inmaculada Concepción (1968) y Sampaio, en Navia (1969), ambas en Vigo, y las dos con proyecto del arquitecto Antón Román Conde siendo, a pesar de sus dimensiones modestas, de interés por las imaginativas formas de combinación de sus unidades *hypar*. Construcciones Laminares fue también responsable de la construcción de la iglesia de Nuestra Señora del Faro, en Cueto, Santander, del arquitecto Jaime Carceller y en la que se optó por un patrón más regular formado por seis paraboloides en simetría central. En estas tres iglesias se siguió el sistema de combinación de unidades con bordes rectos.

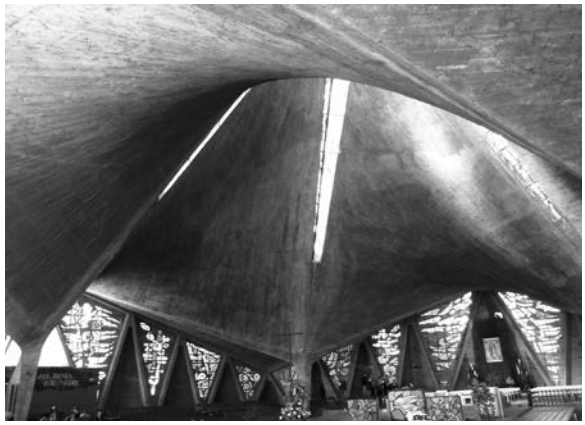
No obstante, en cuanto a arquitectura eclesiástica, la colaboración de mayor calado se estableció con el arquitecto y fraile dominico Francisco Coello de Portugal, con láminas de cubierta de diferentes tipos, pero en cuanto a *hypars* de hormigón se refiere, son dos las mencionables.[3] Ambas son de paraboloide único, siendo la primera la cubierta de la iglesia del colegio de los Sagrados Corazones, de Torrelavega, y la segunda, la de la iglesia de Nuestra Señora del Valle, en Becerril de la Sierra, Madrid. Esta última se puede entender como una cierta variante de la primera, al diseñar sus cuatro bordes curvos frente a los rectos de cuadriláte-

[1] Información más completa sobre Ruiz-Castillo y Urgoiti y sus realizaciones puede encontrarse en Alfonso Basterra, "A la estela de Félix Candela: Algunas obras en España", en Juan Ignacio del Cueto (ed.), *Félix Candela. 1910-2010*, Madrid, 2010, artículo fundamental, por otra parte, sobre la herencia española de Candela.

[2] Aunque es información bien conocida, parece pertinente recordar aquí la relación de amistad de Candela con Matilde Ucelay, primera mujer arquitecta en España, madre de Enrique Ruiz-Castillo, con quien, a pesar del exilio, mantuvo una abundante correspondencia.

[3] La destacada obra del arquitecto y padre dominico Francisco Coello de Portugal se centró en la realización de edificios religiosos, tanto educativos y residenciales como de culto, todos ellos de acusado carácter moderno y renovador. Una monografía de referencia es: Esteban Fernández Cobián, *Fray Coello de Portugal: dominico y arquitecto*, Salamanca-Madrid, San Esteban/Fundación Antonio Camuñas, 2001.

Coello de Portugal y Construcciones Laminares, iglesia de Nuestra Señora del Valle, Becerril de la Sierra, Madrid, 1968. Fotos: Juan Ignacio del Cueto.



Enrique de la Mora, Félix Candela, José Manuel Aspiazu y José Antonio Torroja: Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe. Madrid, 1963. Exterior e interior. Fotos: Juan Ignacio del Cueto.

ro alabeado simple de los Sagrados Corazones. Las dos tienen referentes, más o menos claros, en iglesias previas de Candela; en El Altillo, para la primera, y en el proyecto no realizado de la iglesia del Pilar, para la segunda.

Sin embargo, en el apartado religioso destaca por su dimensión la iglesia de Guadalupe, de Madrid, cuyo proyecto inicial fue realizado en México por el arquitecto Enrique de la Mora en colaboración con Félix Candela. Su implantación en Madrid se debió a la iniciativa de la congregación de los Misioneros del Espíritu Santo, originaria de México. No obstante, en su ejecución sufrió diversas modificaciones, en parte para adaptarse a la normativa española.[4] Con la intervención del ingeniero José Antonio Torroja y el arquitecto José Ramón Azpiazu, se varió la planta perdiendo la forma del octógono original hacia un perímetro de contorno dentado y más próximo a la forma circular. Ello se debió al cambio fundamental realizado en los apoyos del perímetro, llevados a cabo mediante diedros triangulares, cóncavos desde el interior y de apariencia piramidal desde el exterior. De planta central y acorde en su disposición a las

[4] Sobre el proyecto original y la intervención de Candela en él, puede verse la investigación: Mónica Morales-Segura, "Analysis on the Roof of the Sanctuary of our Lady of Guadalupe, in Madrid (Spain). Clarifications on the Participation of Felix Candela in the Project", Proceedings of the Fifth International Congress on Construction History, Chicago, Il., 2015, pp. 617-624.

nuevas ideas litúrgicas emanadas del Concilio Vaticano II, la configuración general se estableció mediante cuatro paraboloides de bordes rectos interiores y otros cuatro exteriores, con cuatro elaborados soportes interiores en los vértices de contacto.[5]

Otros paraboloides singulares son el del auditorio al aire libre del parque de atracciones de Madrid,[6] de los arquitectos Francisco Echenique, Javier Echenique y Santiago Biosca, y el realizado para el Ameribank en la calle Capitán Haya 2, esquina General Perón 4, de Madrid. El primero, de planta rectangular simple y con 30 m de luz, se construyó en 1969, mientras que el segundo es una obra más tardía, ya de los años setenta, realizada por Kurt Schaefer y Hans-Jürgen Heger. Este último caso es de geometría más compleja configurando dos bóvedas paralelas que incluyen simultáneamente bordes rectos muy apuntados con bordes en arco sensiblemente rebajados.

El que la nómina de paraboloides singulares seguramente aún no está completa es un indicio de la existencia de casos como el situado en el pueblo de Humanes, en las cercanías de Madrid, poco conocido y sobre el que no disponemos de ninguna referencia de autoría. Originalmente dedicado a discoteca-sala de fiestas, hoy permanece cerrado y en completo abandono, en parte envuelto por la vegetación. Su cubierta es similar a los cuatro paraboloides interiores de la iglesia de Guadalupe, solo que con sus vértices apoyados directamente en el suelo y alternando bordes libres rectos y curvos.

[5] Ver el texto "Regreso de Candela a España: Nuestra Señora de Guadalupe en Madrid", de Elisa Drago Quaglia, en esta misma publicación (nota del editor).

[6] La escasa información sobre esta estructura puede verse en Marco Besas Martínez y Héctor García Díaz, *Parque de atracciones de Madrid. Un viaje desde sus orígenes hasta el presente,* Madrid, La Librería, 2016.

Paraguas de hormigón

La utilización de paraboloides más extendida en España fue también, como en México, la de módulos repetitivos de cubierta. Entre ellos sobresale y predomina casi como solución exclusiva, el característico paraguas de planta rectangular y que resulta de reunir cuatro paños sustentados en un soporte central. Popularizado y empleado en multitud de cubiertas por Candela en México, fue también adoptado por Ruiz-Castillo y Urgoiti a modo de solución estándar en las cubiertas de carácter utilitario e industrial.

Su aportación fue ir introduciendo una progresiva racionalización y economía en los métodos de ejecución, que los llevó a poder proponerlos como solución competitiva en el mercado español de los años sesenta. Dos artículos publicados por ellos describen los procedimientos y mejoras empleados, a mencionar entre otros: la reutilización de encofrados de cuarto de paraguas, su desplazamiento mediante andamiajes rodantes de tubo y el uso de tableros flexibles en vez de encofrados de tablas.[7]

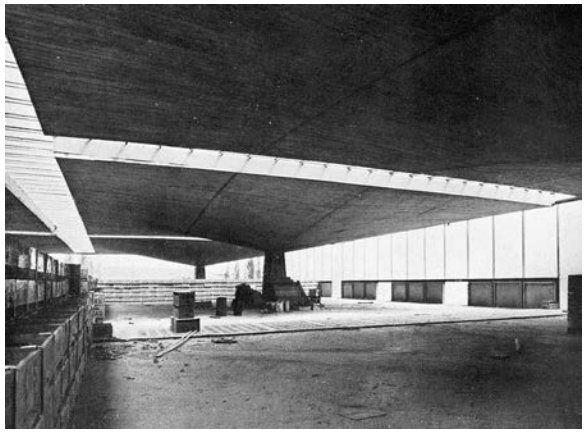
La nómina de realizaciones de este tipo, de ambos arquitectos, es difícil de establecer porque no se ha podido acceder sistemáticamente a su archivo de empresa.[8] Con todo, son bastantes los ejemplos de los que se tiene constancia fehaciente. Entre ellos se debe hacer la diferencia básica entre los de paraguas horizontal y los inclinados; estos últimos ofrecen, como ya había hecho Candela, cubiertas

[7] José Enrique Ruiz-Castillo y R. Urgoiti. "Aplicación de las estructuras laminares en la construcción de naves industriales", *Arquitectura*, núm. 70, 1964, pp. 32-34; y José E. Ruiz-Castillo, José E. "Consideraciones sobre la ejecución de estructuras laminares de hormigón armado", *Hogar y arquitectura*, núm. 64, 1966, pp. 34-40.

[8] Urgoiti murió trágicamente, víctima de un asalto en su propio estudio, en 1974. Ruiz-Castillo también ha fallecido, aunque más recientemente, después de 2010.

tipo diente de sierra con lucernarios verticales entre ellos. Algunos ejemplos del segundo tipo, el más empleado, al parecer, en sus construcciones, se encuentran en el polígono industrial de Barajas, en Alcobendas, Madrid –firmada por el arquitecto Enrique Nuere–; en Alcalá de Henares, con dos naves –empresa Pares-hermanos S.A., 1973 y PROHESA, 1974 y años sucesivos–; y en Madrid, en la escuela de Salesianos, de la calle Hermanos García Noblejas, con proyecto del arquitecto Miguel Oriol. En este último caso hubo ampliaciones posteriores con unidades, también *hypar*, pero de cubierta en pabellón, es decir, de cuatro paños, pero con apoyo en las esquinas y limatesas o cabelletes horizontales cruzados.

Realizaciones basadas en paraguas fueron también proyectadas por otros diversos arquitectos españoles, dando lugar a un interesante conjunto de obras por los matices y variantes introducidos. Tamaños, esbelteces de láminas, visibilidad de los vuelos, diseños de lucernarios y formas de iluminación, formas de soportes y posiciones relativas entre paraguas, fueron algunos de los elementos que contribuyeron a la mencionada variedad.[9] Pueden tomarse como ejemplos de ello, el caso singular del paraguas en el puesto fronterizo de Fuentes de Oñoro, del arquitecto Juan Navarro Gutiérrez (Salamanca, 1961 o anterior), aislado pero destacable por su anticipación y esbeltez; el conjunto de la fábrica de refrescos Knörr Elorza (Kas) en Vitoria, de 1964 (arquitectos Fargas y Tous), notable por el esmerado diseño de soportes, lucernarios horizontales separando las unidades y cerramientos de paneles alabeados, también siguiendo la forma de paraboloides; o la fábrica Madofa, en Vilafranca del Penedés (Barcelona, c. 1965, arquitecto Guillermo Cosp Vilaró) y su solución con paraguas escalonados a dos alturas.



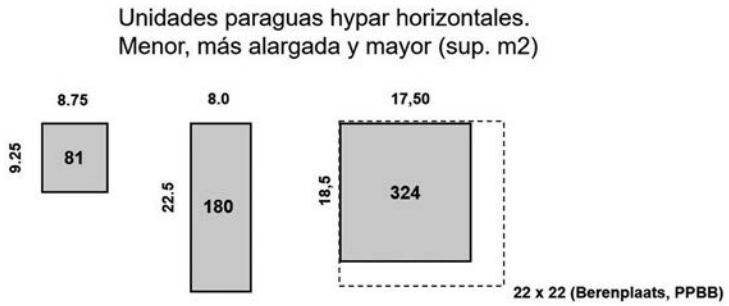
Fábrica Kas, Vitoria. Foto: *Cuadernos de Arquitectura*, núm. 59, 1965.

Sin ánimo de exhaustividad, pero en atención a la notoriedad de sus arquitectos pueden mencionarse, también la fábrica Tecosa, en La Carolina (Jaén 1964-67) de Fernando Higueras y Antonio Miró; y la nave de talleres de las escuelas de Cristo Rey, en Valladolid (1965-66) de Luis María Martínez Feduchi y Vicente Eced. Ambas son del tipo *shed*, con las unidades inclinadas, y en ambas existen vuelos que dejan vistas al exterior partes de las láminas y sus cantos, pero en las escuelas de Valladolid los vuelos visibles logran mayor espectacularidad al alcanzar la mitad de la dimensión de los paraguas.

Como resumen, un análisis comparativo de dimensiones entre los ejemplos de paraguas encontrados en España muestra que la variación de estas fue relativamente importante, oscilando entre los 9.25 x 8.75 m (81 m²) para el más pequeño, y 18.75 x 17.5 m (324 m²) para el más grande, aunque curiosamente ambos formando parte de la misma cubierta, en el concesionario de automóviles Miller Bajo (Las Palmas 1977) obra de Luis López. Las dimensiones del mayor son notables incluso a nivel internacional. Los más grandes construidos por Candela

[9] Lo específicamente relacionado con construcciones utilitarias puede verse con más detalle en: Rafael García García, "Paraboloides hiperbólicos en España. Las aplicaciones industriales", Actas del IX Congreso de Historia de la Construcción, Segovia, 2015.

superficie (m2)	dimensiones (m)	estructura
324	18,5 x 17,5	Miller Bajo
196	14 x 14	Kas
162	18,5 x 8,75	Miller Bajo
180	22,5 x 8	Oliva
150	15 x 10	Frigo
144	16 x 9	Fuentes de Oñoro
100	10 x 10	Madofa / Butano Villaverde
81	9,25 x 8,75	Miller Bajo



Cuadro comparativo de paraguas horizontales. Elaboración: Rafael García.

fueron para el mercado mayorista de Jamaica, Ciudad de México (18x18m) y los de mayor tamaño absoluto parecen ser los de la planta de potabilización de Berenplaat (Países Bajos) con unidades cercanas a los 22x22m, aunque con esbeltez muy reducida.

Relaciones personales

Félix Candela mantuvo, como se sabe, estrechas relaciones con arquitectos españoles que, o bien le visitaron o trabajaron en su estudio en México, o realizaron con él algún tipo de colaboración ya en España. En conexión con obras de paraboloides construidas en la península, ya se han mencionado a Ruiz-Castillo y Urgoiti, y también a Higueras y Miró, aunque su fábrica con *hypars* de la Carolina es anterior a la amistad que trenzaron Fernando Higueras y Candela, que los llevó a compartir estudio en Madrid cuando el arquitecto exiliado empezó a hacer largas estancias en Madrid tras la muerte de Franco. En los archivos de Higueras se encuentran varios proyectos que hicieron en colaboración, de 1979 a 1987, entre los que cabe resaltar el de la terminal para el aeropuerto de Murcia, de 1982, donde Candela retomó una solución de paraguas cercanos al límite de los de mayor vuelo por él realizados.[10]

El estudio de Higueras acogió también por aquella época a un prometedor Santiago Calatrava, que, a su vez, coincidió con las estancias temporales de Candela. Fruto de aquellos contactos, y del reconocimiento del joven talento a la figura del que consideraba su maestro, surgió años más tarde la recomendación de Calatrava para la invitación a participar en el proyecto del Parque Oceanográfico de Valencia, vecino de la Ciudad de las Ciencias y las Artes. De Candela es el proyecto para el restaurante del Oceanográfico inspirado en el cascarón del restaurante Los Manantiales, en Xochimilco (Ciudad de México, 1958, con Joaquín Álvarez Ordóñez), pero que por su fallecimiento no pudo construir, por lo que fue llevada a cabo por los ingenieros Alberto Domingo y Carlos Lázaro.[11]

En el entorno de Candela debe mencionarse también a Ignacio Faure, estudiante de ar-

[10] La investigación de los archivos de Higueras en lo referente a sus colaboraciones con Candela ha sido realizada recientemente por Federico del Blanco en su tesis doctoral aún inédita: "La arquitectura no construida de Félix Candela: evolución de la arquitectura de Félix Candela a partir de sus proyectos no construidos, 1939-1997". UPM, 2016. La tesis realiza, además, análisis infográficos de gran interés sobre dichos proyectos.

[11] En lo relativo a Higueras, Miró, Calatrava y la Ciudad de las Ciencias y algunos datos que más adelante se dan sobre Ignacio Faure, se resume aquí, en términos generales, lo expuesto por Juan Ignacio del Cueto, "Félix Candela. El arquitecto y su circunstancia", en Del Cueto (ed.), *Félix Candela, op. cit.*, texto también fundamental para sus conexiones españolas. En él se expone su proyecto de 1973 para un nuevo estadio Santiago Bernabeu, de Madrid, finalmente no realizado; y también ilustrado con nuevos documentos en: Federico del Blanco, *La arquitectura no construida, op.cit.*

quitectura emigrado a México tras cumplir una condena en el Valle de los Caídos, de España, por el intento de reorganización del sindicato estudiantil FUE. Tras varios años formándose y colaborando en Cubiertas Ala, con gran aprecio explícito del propio Candela, Faure volvió a España y trabajó con su antiguo compañero de condena por el mismo motivo, el arquitecto Pablo Pintado. De ambos es una interesante fábrica de zumos en Oliva (Valencia c. 1966) construida con paraguas de planta rectangular muy alargada (22.5 x 8 m). Con esas dimensiones se acercaba al límite realizado por Candela en los almacenes Río, en la zona industrial de Vallejo, Ciudad de México (24 x 7.9 m).[12]

Por otra parte, es interesante también la relación establecida con Juan de Haro Piñar, autor de una popular estación de servicio, también en Oliva, Valencia, cuyas cubiertas se constituyen por yuxtaposición de seis unidades *hypar* cuadradas de bordes rectos, en una forma de gran sencillez e ingenio. Quizás desarrollada de forma independiente esta primera obra, sí se sabe de la colaboración posterior de ambos para un complejo en Kuwait y una urbanización en Marbella, con imaginativas soluciones *hypar*, pero ninguna construida.

Solo se menciona aquí, de pasada, la intensa relación mantenida con Emilio Pérez Piñero, a quien Candela conoció en Londres, en 1961. La circunstancia fue que Candela actuó invitado como miembro del jurado para un concurso internacional de estudiantes, sobre el tema de un teatro desmontable, que Piñero finalmente ganó. Posteriormente y tras extensa relación epistolar sobre sus investigaciones mutuas, llegaron a formar estudio conjunto entre 1968 y 1972. Entre sus proyectos en equipo es de destacar el realizado para el velódromo de Anoeta en San Sebastián-Donostia para el que diseñaron elementos *hypar* de segundo orden, cubriendo los espacios entre la red de arcos estructurales.[13] Esta solución podía considerarse una evolución de la ya realizada en el Palacio de los Deportes, en la Ciudad de México, de 1968. Su propuesta, defendida vivamente por Dalí a la muerte de Piñero, en 1973, finalmente tampoco fue realizada.

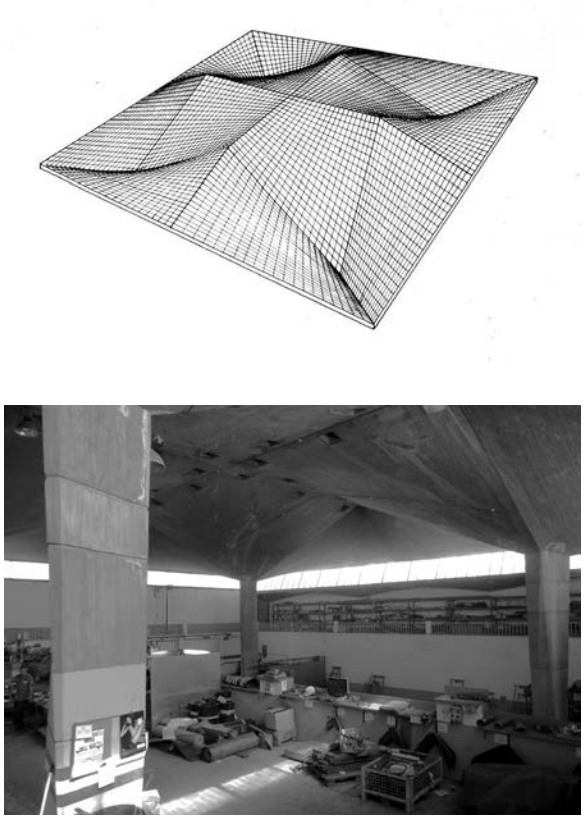
Aunque no ligados directamente a Candela, merecen citarse otras dos figuras de cierta importancia en el desarrollo de los paraboloides de hormigón en España. Por un lado, Ramón Ramos Steffens, aparejador interesado en el tema desde muy pronto, y quien creó un gabinete de cálculo de estructuras propio, en el que por métodos simplificados derivados de la teoría convencional de estructuras, abordó el análisis de algunos casos de paraboloides. Fue por sugerencia suya que los arquitectos Fargas y Tous emplearon paraguas *hypar* en la fábrica de Vitoria antes mencionada. Por otro lado, está Carlos Buxadé, entonces profesor auxiliar y colaborador del catedrático de estructuras Joan Margarit, en los años sesenta, a quien corresponde el mérito de introducir entre sus alumnos el conocimiento de las aportaciones de Candela, en la Escuela de Arquitectura de Barcelona, e iniciar en ella el estudio de estas estructuras laminares.[14]

Steffens y Buxadé vuelven a relacionarse en conexión con una última figura a considerar en este apartado: Luis López Díaz, a quien se

[12] Faure falleció poco después, en un accidente de automóvil, truncándose de golpe su prometedora trayectoria.

[13] Sobre el proyecto de Anoeta y su relación con Piñero ha de destacarse la monografía de Miguel Seguí, *Félix Candela y Emilio Pérez Piñero. Un diálogo imaginal. Proyecto para el velódromo de Anoeta*, Madrid, Rueda, 2004.

[14] Los datos relativos a Ramos Steffens, así como el papel docente de Buxadé en el ámbito de las estructuras laminares de hormigón, han sido facilitados amablemente por Luis López Díaz. Ramos Steffens se afincó en Venezuela tras las colaboraciones que aquí se citan.



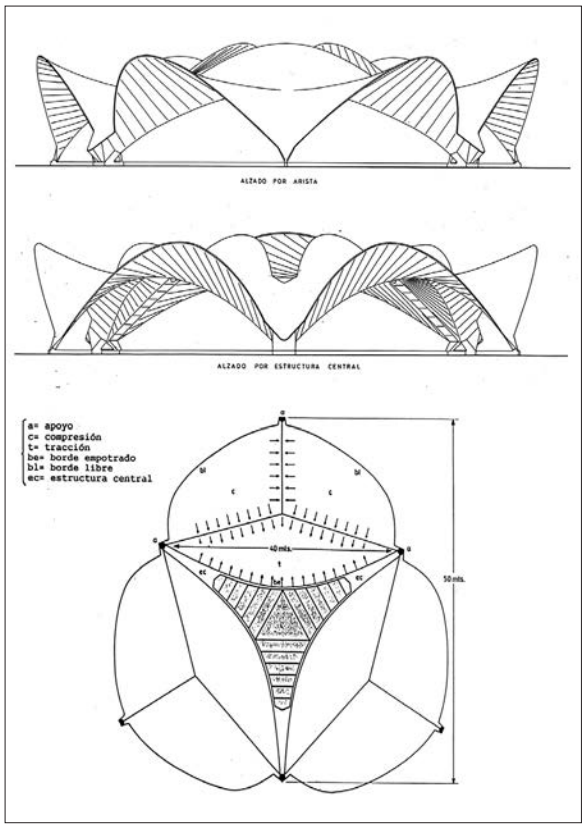
Fábrica Frigo. Jinámar, Las Palmas de Gran Canaria. Dibujo: Luis López Díaz. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

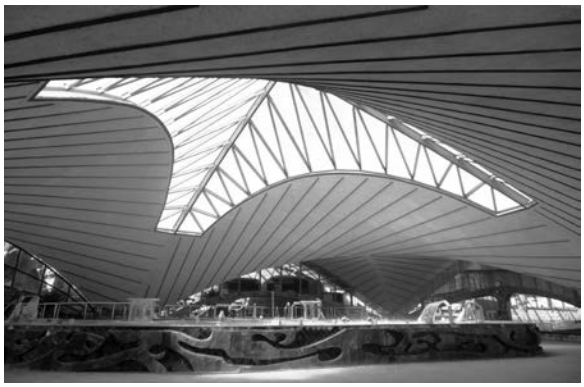
debe un importante impulso en el periodo más tardío de la construcción de paraboloides en España. López Díaz, nacido en Las Palmas de Gran Canaria, había estudiado la carrera de arquitectura en Barcelona y, de vuelta a las islas Canarias, solicitó la colaboración de Ramos Steffens, natural de Tenerife, para los cálculos de su primera obra con paraboloides. Esta fue la fábrica de helados Frigo, en Jinámar, Las Palmas de Gran Canaria, obra notable, finalizada hacia 1970. En ella se emplearon doce paraguas de tipo convencional pero también un elemento singular cubriendo una superficie de 30 x 30 m y compuesto por la reunión de 12 paraboloides en forma de cuadriláteros alabeados. Esta configuración resultante, casi a modo de baldaquino, era de gran originalidad, estando soportada únicamente por cuatro columnas de sección variable retranqueadas de las esquinas y dejando amplios vuelos en todo el perímetro. Por otra parte, López Díaz ha reconocido el estímulo, como alumno de Buxadé, en su interés por los paraboloides hiperbólicos, elementos protagonistas en toda su carrera posterior.

Tras la mencionada fábrica, López Díaz calculó, ya sin la ayuda de Ramos Steffens, sus propias estructuras, de las cuales se ha citado más arriba el concesionario de automóviles en Miller Bajo, con el que se ostenta, como se mencionó, la mayor superficie cubierta por una unidad de paraguas en España. A partir de este punto, López Díaz inició una trayectoria de desarrollo y cálculo de paraboloides basada en las disposiciones asimétricas, expandiendo la limitación autoimpuesta de Candela por las soluciones de carácter simétrico.[15] La idea común fue la de configurar cubiertas en bóveda de arista múltiple en la que cada uno de los paños se limitaba por una planta triangular proyección de tres parábolas de parámetros variables.[16] Son de citar entre sus obras, basadas ya en configuraciones asimétricas, los vestíbulos y zonas comunes de los apartamentos Anfi del Mar (1992), la cubierta en forma de palmera sobre planta de 60 x 40 m, para el hotel H-10 en playa Meloneras (2002) y, sobre todo, la bóveda compuesta del balneario talasote-

[15] Según información gentilmente facilitada por el mismo López Díaz, tuvo tres encuentros personales con Candela: el primero en 1971 en la Ciudad de México, después uno más fugaz en Madrid y finalmente el tercero en Raleigh, Carolina del Norte, en 1995, en donde intercambiaron ampliamente sus impresiones.

[16] Los resultados analíticos fueron expuestos por López Díaz en su tesis doctoral inédita: *Bóvedas por Arista de Paraboloides Hiperbólicos Asimétricos*, leída en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, en 1997. Un resumen junto con una selección de realizaciones destacadas se publicó por su autor y con el mismo título en la revista *Informes de la Construcción*, vol. 50, núm. 458, 1998, pp. 31-41.





Hotel-balneario Talasoterapia, en Maspalomas, Gran Canaria. Dibujo: Luis López Díaz. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

rapia en Maspalomas, Gran Canaria (1997), con la que ostenta la mayor luz libre de un solo paraboloide (40 m), y también la mayor para todo el conjunto (50 m).

Plegaduras

La atención preferente prestada a los paraboloides ha difuminado un tanto el interés en la obra de Candela por algunas otras soluciones en las que tuvo también un acusado protagonismo. Es el caso de las láminas plegadas, de las cuales fue también un pionero realizador, tras los años que sucedieron a la Segunda Guerra Mundial. Ha de señalarse que en 1947, y casi inmediatamente después de la aparición del celebrado artículo de Winter y Pei,[17] en el que se planteaba un método simplificado de cálculo de plegaduras prismáticas que allanaría el camino en Estados Unidos para el desarrollo de estas estructuras, Candela publicó un ejemplo, completamente resuelto hasta sus detalles, de armado para una solución de nave con plegaduras en Z, el cual se podría tener como la propuesta de ejecución más anticipada de este tipo.[18] Con una solución muy similar resolvió más tarde la, algo desapercibida, capilla auxiliar de la iglesia de Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa (1953-57).

Lo relevante de la cuestión, en lo que concierne a este artículo, es que son varias las muestras de que también la experiencia en plegaduras adquirida por Candela tuvo repercusión directa en autores y obras españoles. Un claro testimonio es el del arquitecto Antonio Lamela que, interesado en esa geometría para un proyecto en desarrollo, viajó a México para consultarle su viabilidad.[19] Aunque en este caso concreto, Candela desaconsejó su empleo.

[17] George Winter y Minglung Pei, 1947, "Hipped Plate Construction", *Journal of the American Concrete Institute*, 18(5): 505-531.

[18] Datada en 1947, se publicó en Colin Faber, *Las estructuras de Félix Candela*, 1970, Compañía editorial Continental, México, España, Argentina, Chile (edición original *Candela, Shell Builder*, 1963), pp. 69-73. En el mismo texto se cita también la existencia de un artículo ligeramente anterior, de Ove Arup, con consideraciones previas sobre el mismo tema.

[19] A. Lamela, "Félix Candela", en Pepa Cassinello, *Félix Candela. La conquista de la esbeltez. Centenario 2010*, Madrid, UPM/Fundación Juanelo Turriano, 2010, pp.169-175.

El ya mencionado Coello de Portugal, por el contrario, adoptó en bastantes ocasiones formas plegadas en su arquitectura. Sus posteriores aplicaciones presentaron la particularidad de optar por configuraciones de tipo pabellón, es decir, como intersecciones de cubiertas perpendiculares a dos aguas.[20] Aparentemente convencionales desde el exterior, eran, en cambio, novedosas desde el interior al presentarse como inusuales contraformas en negativo que ponían de manifiesto visiblemente la naturaleza del plegamiento. Con ciertas variaciones de tamaño y lugares de aplicación se construyeron en el Monasterio de Santa Catalina de Siena, en Alcobendas, Madrid (1966-68), en el Monasterio de Jesús y María, en Toledo (1980-83) y en el Monasterio de la Encarnación, de Lejona, Vizcaya (1968-76). En este último caso se emplearon variaciones derivadas de formas amansardadas en prominentes faldones de cubierta.

Es interesante observar que, con la participación de Ruiz-Castillo y Urgoiti como asesores, su primera estructura de este tipo, realizada para la cubierta de la iglesia del Colegio de Santo Domingo de Guzmán, en Palencia (1962-65), está claramente emparentada con la solución de la Medalla Milagrosa antes descrita. La diferencia fundamental estaba en que en Santo Domingo la planta era trapecial y el plano formado por la cubierta inclinada, mientras que en la Medalla Milagrosa eran respectivamente rectangular y horizontal. Además, Ruiz-Castillo y Urgoiti, por su parte, realizaron las tribunas del nuevo estadio de Balaídos, en Vigo, con formas plegadas en vuelo, terminado en 1967.[21]

Algo después, y con la progresiva familiarización de estas soluciones, surgirán en España diversos ejemplos de su aplicación de cierta relevancia. Entre ellos puede destacarse la tribuna del canódromo de Madrid, obra de José Ramón Azpiazu y José Antonio Torroja, autores que, por otra parte, se han mencionado ya en relación con las modificaciones del proyecto de la iglesia de Guadalupe, en Madrid.

Tramas como coda final

Con el progresivo declive de las láminas de hormigón como soluciones competitivas para grandes luces, Candela fue orientando sus investigaciones hacia el problema de la cubrición del espacio universal y regular por medio de familias de arcos entrelazados. El interés en el tema parece haberse iniciado en su proyecto del Palacio de Deportes de ciudad de México inaugurado en 1968. Aunque nunca llegará a construir otro espacio de este tipo, trabajó intensamente en diversos proyectos de espacio único, como el del estadio de la Universidad de Brown, el estadio de Kuwait, el velódromo de Anoeta, antes mencionado, o la plaza de toros cubierta, de Orizaba.

Es interesante constatar que en todos ellos se eludió la solución de arcos meridianos reunidos en la clave central como había sido habitual desde las grandes cúpulas clásicas. También se eludieron las soluciones de tipo geodésico y basadas en el icosaedro, como las preconizadas por Buckminster Fuller. Por el contrario, en ellos se ensayaron diferentes disposiciones de arcos formando dos, tres o hasta cuatro familias entrecruzadas según modelos que, sobre la esfera, configuraban entramados de cuadriláteros, triángulos o hexágonos. Estos sistemas de mallas se ampliaron con nuevos patrones de tipo islámico en algunos de los proyectos tardíos en colaboración con Fernando Higueras. No obstante, estos últimos derivaron, con diferentes variantes, del esquema de estrella octogonal resultante del encuentro de dos tramas de cuadrados cruzadas

[20] Fernández Cobián, *Fray Coello de Portugal, op. cit.*
[21] A. Basterra, *op. cit.,* p. 196.

entre sí a 45º. Son visibles, por ejemplo, en el proyecto para el Centro Islámico de Madrid o en un proyecto de torre de oficinas, para Riad.

Sin embargo, comparada con ellas, es sorprendente la trama visible en la losa para el techo del vestíbulo central de la estación de Metro Sol, en Madrid, proyectada en su último periodo en España, colaborando con la empresa TYPSA de ingeniería, y última realización que aquí se considera.[22] Dicha losa fue realizada en los años ochenta, con motivo de la remodelación integral de la Puerta del Sol y la estación de metro ubicada en ella. Se trataba de una losa nervada con casetones para cubrir una planta en forma de trapecio isósceles de dimensión estimada de 42x24m, con apoyos en todo el perímetro y en tres hileras interiores de soportes regularmente espaciados, aunque en la hilera central la separación de los intercolumnios se dispuso al doble que en los otros dos.

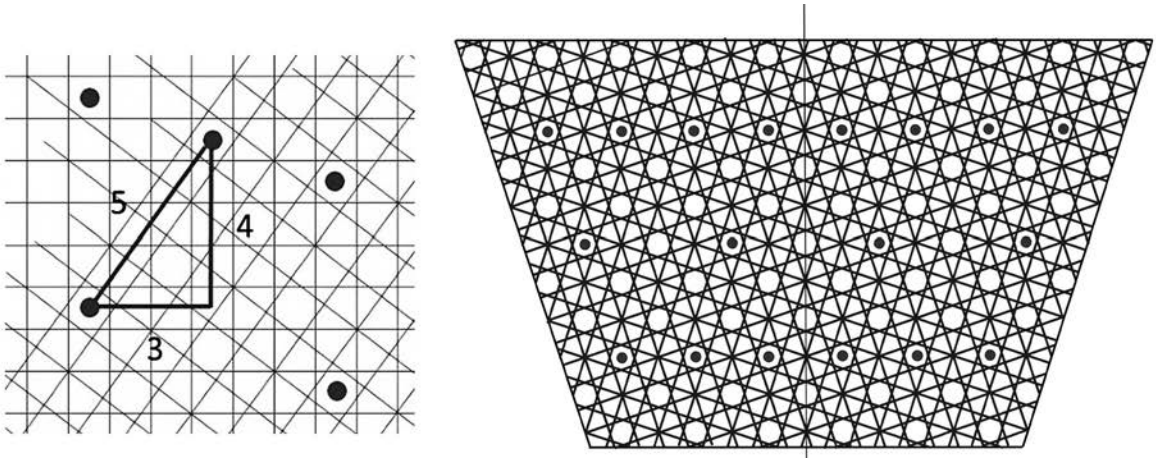
Las nervaduras seguían en ella un patrón constituido por una doble trama de cuadrados girados entre sí, pero en la que sus ángulos nada tienen que ver con los de las tramas antecedentes, ya que no se corresponden con los de 30, 45 o 60º habituales en ellas.[23] A primera vista parece sugerirse un patrón islámico, aunque al analizarla resulta un tanto desconcertante el hecho de que el giro entre ambas tramas no haga coincidir las líneas de nervios con las alineaciones de soportes. Dicho en otros términos: en cada una de las hileras de soportes no existen nervios que los enlacen entre sí, formándose en cambio líneas oblicuas de nervaduras que desde cada soporte nunca van a parar al contiguo. El todo se percibe, sin embargo, como una extraña regularidad de nervios y casetones repetidos en formas muy dispares, pero cuya posible ley geométrica no corresponde con ninguna de las practicadas anteriormente por Candela.

El supuesto enigma se resuelve en realidad de manera lógica, mediante la restitución en planta de la trama, observando que se recurre a una configuración de gran sencillez geométrica, pero a la vez de sorprendente originalidad: una y otra trama están giradas de tal forma que cada seis módulos cuadrados de una son la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos dos catetos se forman con cuatro y cinco módulos de la otra trama. Es decir que considerando no los módulos sino las distancias entre sus centros, ambas tramas se relacionan mediante la relación pitagórica elemental 3, 4, 5 materializada en el denominado triángulo egipcio. De esta forma se constituye una innovadora retícula de apariencia visual compleja, pero en la que, al analizarse, surgen en realidad múltiples regularidades. De hecho, toda la losa con sus variadas formas de cruces se puede reducir a solo dos módulos cuadrados diferentes que, yuxtapuestos y girados entre sí, componen toda la diversidad. Una vez entendida su geometría modular, las ventajas para su ejecución se hacen evidentes. Toda la losa se pudo hormigonar sobre moldes de pared delgada con las dos formas modulares descritas y utilizados como encofrado perdido. Una configuración como la descrita no la he encontrado en ninguna otra parte y es, en realidad, todo un hallazgo inesperado por parte de Candela para una de sus últimas realizaciones.[24]

[22] Dicha losa es comentada brevemente con algunas interesantes anécdotas sobre su cálculo en: Pablo Bueno Sainz, "Félix Candela. Colaboración con TYPSA en los años ochenta", en Pepa Cassinello, *Félix Candela. La conquista de la esbeltez, op. cit.*, pp. 177-183.

[23] Al no disponer de planos de la misma, sus dimensiones se basan en estimaciones visuales aproximadas.

[24] Candela había empleado losas nervadas para forjado de pisos en, al menos, las entreplantas del Palacio de los Deportes y en el sótano de la iglesia de San Vicente de



Trama de nervaduras y relación geométrica fundamental. Elaboración: Rafael García.

Vestíbulo central de la estación de metro Sol, Madrid. Foto: Rafael García.

Por otro lado, en el diseño en su conjunto ha de resaltarse también la forma especial de los capiteles. Candela concibió para ellos una singular configuración estrellada constituida precisamente por dieciséis pequeños paraboloides hiperbólicos que daban lugar a un nuevo tipo de capitel. Basado, por tanto, en el elemento geométrico fundamental de toda su obra, hizo de él una nueva aplicación en el ámbito del detalle, pero permaneciendo en consonancia con su universo formal.[25] De esta forma, la habitual configuración fungiforme necesaria para evitar el punzonamiento adquirió un inconfundible sello personal que nos hace recordar incluso otros ejemplos históricos de capiteles con autoría.

La losa de Sol fue una obra tardía y relativamente menor y, en apariencia, casi nada más que un elemento estructural de solución técnica un tanto tópica y estándar, pero que de la mano de Candela adquirió una inesperada trascendencia.[26] Con inevitables reminiscencias de la obra de Nervi, aunque aquí con un diseño que no tiene precedentes, se convirtió en realidad en un entrañable legado que, no obstante, casi ha pasado desapercibido. Cerrando el círculo de su vida, fue una oportunidad surgida casualmente en el mismo centro de la ciudad en que nació y a la que volvió cada vez con más frecuencia en sus últimos años. Un techo a la vista y casi al alcance de la mano de los miles de viajeros que diariamente transitan por dicha estación nodal y que podría considerarse, a la postre, pequeño resumen y huella madrileña de su obra.

Paul, aunque en ambos casos con una trama de nervaduras triangular sobre entramado de vigas también triangular.

[25] La configuración estrellada de paraboloides muestra cierta analogía con los paraguas de la estación de metro Candelaria, en la Ciudad de México, aunque aquí llevados casi a la escala reducida de una maqueta.

[26] Si bien Candela puso gran empeño para sacarla finalmente adelante, al parecer, su diseño no tuvo al principio favorable acogida entre el equipo encargado de proyectarla. Referido en Bueno Sanz, *op. cit.*

La obra póstuma de Candela: el restaurante de L'Oceanogràfic en Valencia[1]

Carlos Lázaro

¿Cómo proyectar y construir una lámina en paraboloide hiperbólico de Candela en el año 2000? Esa era la pregunta, o más bien el reto, que resolvimos al materializar una estructura muy parecida, casi igual, pero no idéntica, a la cubierta del restaurante Los Manantiales, en Xochimilco. Aunque el material publicado sobre la obra de Félix Candela es vastísimo, no es posible escribir sobre la lámina del restaurante de L'Oceanogràfic sin empezar hablando de Candela, aún a riesgo de repetir algunas cosas que ya se han escrito.

Candela y las láminas en paraboloide hiperbólico

Félix Candela ha hecho historia en arquitectura y, por extensión, también en ingeniería. Billington lo incluyó, merecidamente, en su selecta lista de *Structural Artists* de la historia reciente de la construcción (Billington, 1986 y Moreyra *et al*. 2008). Las láminas de Candela son un destilado de las virtudes de ese tipo estructural que nace a principios del siglo xx como expresión de un nuevo material: el hormigón armado. La lámina de hormigón armado desplaza a las bóvedas y cúpulas de ladrillo, y compite con la estructura metálica como solución ligera para cubrir grandes espacios. Candela hereda, indirectamente, la experiencia española (Torroja) y alemana (Pucher, Dischinger, Finsterwalder) y la multiplica en América, ideando, proyectando y construyendo una variedad de formas que sirven para cubrir espacios públicos, iglesias, fábricas… muchas de ellas, las más famosas, basadas en una forma geométrica: el paraboloide hiperbólico. Me atrevo a decir que, a diferencia de Dischinger o Torroja, cuya inspiración proviene de la mecánica y el análisis matemático, en Candela la inspiración es la geometría. Gaudí también pudo ser una inspiración por su uso extensivo de superficies parabólico-hiperbólicas, aunque Colin Faber opina que "su obra explica poco acerca de la de Candela, y no es un verdadero precedente" (Faber 1963).

En el hacer de Candela confluyen, además de su genio, un conjunto de circunstancias que son clave de su éxito: la buena acogida que el

[1] Se reproduce buena parte del texto publicado con el título "La vigencia de las estructuras laminares. A propósito del restaurante de L'Oceanogràfic", en el catálogo de la exposición *LAMINOFLEXIA: Láminas de Hormigón Armado en la Comunitat Valenciana*, Instituto Valenciano de la Edificación, 2019; dirigido por Begoña Serrano Lanzarote y coordinado por Mar Alonso Monterde y Alberto Rubio Garrido. Para este libro se han eliminado los subcapítulos "Determinación del estado de membrana" y "Diseño de la estructura"

gobierno mexicano brindó a los exiliados españoles tras la Guerra Civil, el contexto económico de crecimiento en el México de los años cincuenta-sesenta del siglo xx y, en el ámbito concreto de la construcción, la ausencia de normativa específica sobre láminas a la que ceñirse y el bajo precio de la mano de obra.

Candela diseña, calcula y construye. Su empresa, Cubiertas Ala, compite, y gana. Construye láminas con el mínimo espesor posible con el material que emplea. Para ello monta encofrados formados por tablas estrechas rectas apoyadas, a su vez, en maestras también rectas. Esta es precisamente la gran ventaja constructiva que proporcionan las láminas en paraboloide hiperbólico (*hypar*), por ser una superficie doblemente reglada. El hormigonado requiere gran número de operarios que van transportando el hormigón fresco en baldes y poniéndolo en obra poco a poco. La consistencia del hormigón tiene que ser suficientemente seca para poder hormigonar paramentos en ocasiones casi verticales. Cubiertas Ala construye las obras que se han hecho más famosas: Xochimilco, Lomas de Cuernavaca, Bacardí, la Iglesia de Nuestra Señora de la Medalla Milagrosa... Pero también otros cientos de cubiertas, frecuentemente formadas por paraguas, que servían para generar espacios de almacenamiento, industrias o estacionamientos. Es necesario remarcar que, en muchos de los proyectos más señalados, Candela colaboraba con arquitectos como Enrique de la Mora, Fernando López Carmona, Joaquín Álvarez Ordóñez, Pedro Ramírez Vázquez y varios más.

Hay varios aspectos fundamentales para entender la atracción que la geometría del *hypar* ejerció sobre Candela:

- La doble curvatura hace del *hypar*, utilizando su propia terminología, una "lámina adecuada" que resiste principalmente mediante la acción de membrana, en contraste con las "láminas inadecuadas" que resisten principalmente mediante flexión y suelen requerir dos niveles de armado. (Candela 1963). Además, la doble curvatura reduce considerablemente el riesgo de pandeo de la lámina, en comparación con láminas de simple curvatura.
- La ya mencionada ventaja constructiva que proporciona el hecho de que el paraboloide hiperbólico sea una superficie doblemente reglada facilita enormemente la construcción de la cimbra y el encofrado. En palabras de Candela, "de todas las formas que podemos dar a una lámina, la más fácil y más práctica de construir es el paraboloide hiperbólico" (1963).
- La relativa facilidad para analizar y determinar estados tensionales de membrana en el paraboloide, facilidad a la que Candela contribuyó personalmente desarrollando fórmulas aplicables a una multiplicidad de casos, que usó no solo para justificar el comportamiento de sus obras, sino para avanzar hacia soluciones no experimentadas con anterioridad. Desarrollaremos más esta cuestión en lo que sigue, pues es clave para entender la lámina de Xochimilco y, por tanto, la obra de L'Oceanogràfic.

Estrategia de diseño basada en el equilibrio de la lámina

Definida la geometría del paraboloide hiperbólico y para unas cargas dadas, el estado tensional de membrana se obtiene como solución de un problema puro de equilibrio, quedando indeterminadas dos funciones de integración que se suman a las tensiones oblicuas de membrana. Estas funciones pueden escogerse de modo que determinadas componentes de la tensión se anulen –o tomen valores dados– en parte del contorno, siendo necesario

Enrique de la Mora, Fernando López Carmona y Félix Candela, iglesia de San Antonio de las Huertas, Ciudad de México, 1956. Primer cascarón de Candela con borde libre. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

que el resto del contorno sea capaz de resistir las fuerzas que aparecerán a lo largo de él para equilibrar la estructura. Por lo tanto, la indeterminación de la solución permite al proyectista decidir cómo configurar los contornos de la lámina: Candela *decide* el estado tensional de su estructura para conseguir el efecto formal deseado. El dominio de esta técnica es la que le permitió generar la multiplicidad de soluciones basadas en el *hypar* que nos ha legado.

Consideremos, en primer lugar, un *hypar* de bordes rectos, ejes ortogonales y planta cuadrada, y supongamos que las cargas actuantes sobre él se pueden asumir uniformes sobre su proyección horizontal. Las parábolas que resultan de cortar el *hypar* por planos verticales bisectores de sus ejes x / y determinan la orientación de las tensiones principales de membrana: compresiones y tracciones tangentes, respectivamente, a cada familia de parábolas. En cada punto del contorno recto de la lámina, las tensiones son tangentes al propio contorno y es necesario equilibrarlas. El modo de hacerlo es disponiendo un nervio de borde en el que se desarrollen esfuerzos axiles que las contrarresten. Por lo tanto, el nervio permite *generar* la condición de contorno estática necesaria para el equilibrio, equilibrando las tensiones a lo largo del contorno. El *hypar*, en este caso particular, puede considerarse una estructura isostática cuyo estado tensional es de determinación prácticamente directa para cargas gravitatorias.

El razonamiento expuesto se puede extender a paraboloides hiperbólicos de ejes oblicuos sometidos a cargas distribuidas con componentes en las tres direcciones del espacio. Pucher había publicado, en 1934, el método a seguir para calcular estados tensionales de membrana en superficies de forma arbitraria, y Candela, que había estudiado el método de Pucher (Faber 1963), desarrolló las expresiones que se obtienen en el caso de que la superficie sea un paraboloide hiperbólico. Publicó sus resultados en dos artículos en la revista del American Concrete Institute (Candela 1955 y 1960). Todos estos resultados también pueden consultarse en el artículo de Candela incluido en el libro de Faber (1963). El cálculo se basa exclusivamente en consideraciones de equilibrio; no intervienen las características del material. El estado tensional en cada punto de la lámina está completamente determinado por las cargas exteriores y la geometría del paraboloide, salvo por dos funciones de una variable, indeterminadas, que son resultado de la integración de las ecuaciones de equilibrio y se superponen a la distribución de cada una de las tensiones oblicuas de membrana.

Con una solución analítica de este tipo, en un paraboloide limitado por cuatro rectas generatrices se puede imponer el valor de las fuerzas normales al contorno a lo largo de dos de ellas –por ejemplo, anularlas–, calcular las funciones indeterminadas correspondientes a cada componente de la tensión que satisfacen esta condición y obtener, por tanto, el estado tensional en toda la hoja de paraboloide correspondiente a la condición impuesta. Las fuerzas normales en los otros dos contornos no se escogen libre-

Joaquín Álvarez Ordóñez y Félix Candela, restaurante Los Manantiales, Xochimilco, Ciudad de México, 1958. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

mente: quedan determinadas por los valores impuestos a lo largo de las dos primeras generatrices. Sin embargo, las fuerzas tangentes al contorno sí están completamente determinadas de antemano por la geometría del paraboloide y por las cargas.

Luego, Candela domina el diseño de sus estructuras basado en la solución del problema de membrana, que es un problema puro de equilibrio. Esta solución permite decidir en qué aristas de la lámina solo deben aparecen tensiones tangenciales (estas aristas se materializarán de modo más liviano) y reforzar las otras dos generatrices, bien con vigas rígidas o bien yuxtaponiendo otros paraboloides, de modo que puedan generarse las fuerzas en el contorno de la lámina que garantizan la existencia de la solución de equilibrio. Con este planteamiento proyecta, por ejemplo, San José Obrero (1959): en cada una de las hojas, los dos bordes apoyados sobre columnas tienen nervios más ligeros y las aristas que sobresalen requieren vigas rígidas.

Como las fórmulas obtenidas por Candela incluyen componentes de carga en las tres direcciones del espacio, permiten analizar paraboloides en los que el eje z no es vertical. Esto multiplica las posibilidades formales al incluir superficies cuyas generatrices proyectadas sobre el plano horizontal no son paralelas. Su imaginación y atrevimiento lo llevan a inclinar los paraboloides, seccionarlos para obtener formas asimétricas, como, por ejemplo, la cubierta de la Capilla de El Altillo, en Coyoacán (1955) o yuxtaponerlos como en la Iglesia de Nuestra Señora de Guadalupe, en Madrid (1965). En todos ellos siempre es posible identificar los bordes libres de fuerzas normales, con nervios más livianos, y los bordes rigidizados con vigas, muros, celosías, o bien mediante la intersección de paraboloides, en los que se tendrán que desarrollar las fuerzas normales necesarias para equilibrar la estructura.

Candela experimenta yuxtaponiendo paraboloides de bordes rectos, formando paraguas u otras construcciones de mayor complejidad, como en la Medalla Milagrosa (1955) o la fuente-escultura de la Plaza de los Abanicos, en Cuernavaca (1959). Pero su inquietud le impulsa a avanzar. El impulso es formal, le molestan los imprescindibles nervios o vigas de borde que impiden apreciar la extrema delgadez de la lámina (del Cueto 2011). Intuye que es posible generar bordes realmente libres y, finalmente, logra confirmar su intuición de manera analítica, gracias a su dominio de la solución de membrana. Efectivamente, es posible cortar una parte de un paraboloide de bordes rectos mediante un plano inclinado: la intersección es una curva que se transforma ahora en un nuevo contorno de la hoja del paraboloide. En cada punto de ese nuevo contorno, la tensión normal y la tangencial se pueden expresar como combinación lineal de las tres tensiones de membrana: los dos oblicuas, y la tangencial. La tensión tangencial es conocida dadas las cargas actuantes y la geometría del paraboloide, pero los esfuerzos normales dependen de las funciones indeterminadas mencionadas anteriormente. Por lo tanto, estas pueden obtenerse imponiendo la nulidad de fuerzas en el nuevo contorno

(el borde libre) y resolviendo el sistema de dos ecuaciones y dos funciones incógnita. El propio Candela explica con detalle este proceso en su artículo de 1963.

Candela encontró el modo de eliminar el nervio de borde: cada hoja de la lámina debe estar limitada por tres contornos. Uno de ellos es el contorno libre de fuerzas, sin nervio, resultado de cortar el paraboloide hiperbólico por un plano inclinado; los otros dos pueden ser rectas generatrices o intersecciones con otras hojas de *hypar*, pero en cualquier caso deben ser suficientemente rígidos para que se puedan desarrollar las fuerzas de membrana necesarias. La rigidez se puede lograr con arcos masivos, como en el borde cercano al altar, en la Capilla de las Lomas de Cuernavaca (1959) o mediante yuxtaposición con hojas de paraboloide adyacentes, como en su primera lámina sin nervios de borde en la Parroquia de San Antonio de las Huertas (1956). En ella, la yuxtaposición de hojas crea una bóveda nervada, o "bóveda por arista", que será la que emplee más tarde en Los Manantiales.

El borde libre fue una novedad crucial que proporcionó a sus láminas una ligereza solo intuida antes en algunas realizaciones de Torroja (en los voladizos del mercado de Algeciras o en el contorno del hipódromo de la Zarzuela). La materialización de láminas sin nervios de borde impulsa la fama de Candela a nivel internacional. Sus estructuras parecen flotar; el borde libre es la expresión definitiva de la construcción con láminas delgadas y la cubierta de los Manantiales, en Xochimilco, es, quizá, la mejor muestra de este logro.

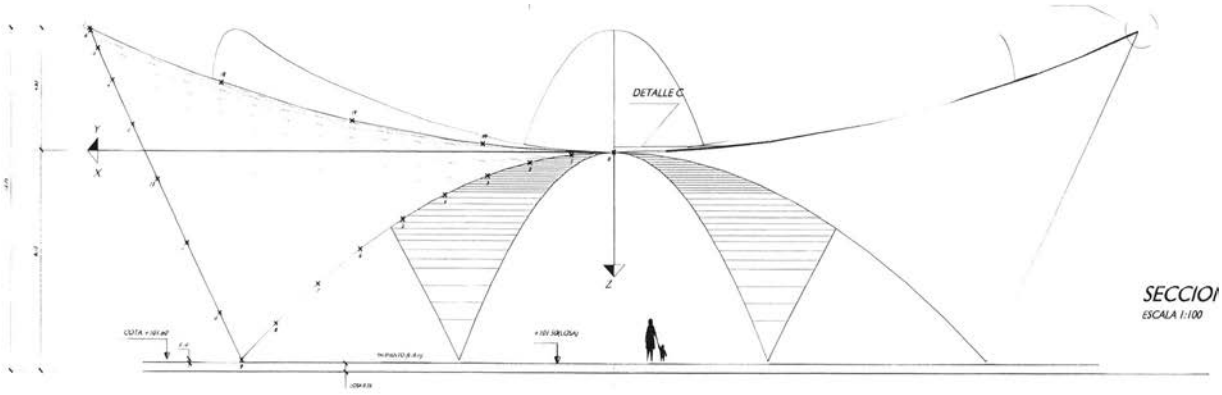
La lámina de L'Oceanogràfic

El restaurante Submarino tiene una situación central en el parque-acuario L'Oceanogràfic, en la ciudad de Valencia. El parque tiene dos niveles principales: el nivel bajo superficie, en el

Restaurante de L'Oceanogràfic. El vidrio espejo impide ver el interior del cascarón. Foto: Juliane Petri.

Extremo de una hoja del cascarón. Foto: Juliane Petri.

Interior del cascarón con la escalera que baja al restaurante. Foto: Juan Ignacio del Cueto.



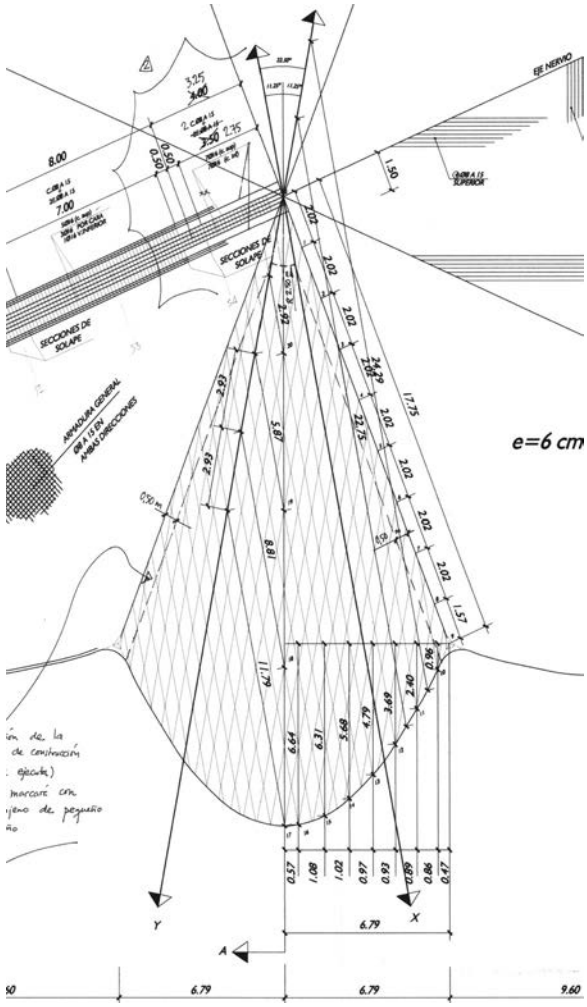
Sección del cascarón, definición geométrica. Extracto de los planos de ejecución.

que se encuentran los distintos hábitats submarinos y el público puede observar flora y fauna marina, y el nivel en superficie, en el que es posible transitar también entre las diferentes zonas del parque y está formado por un conjunto disperso de edificios unidos por caminos, lagunas artificiales y algunas piscinas para ecosistemas acuáticos.

La estructura que es objeto de este texto forma la cubierta del restaurante Submarino. El visitante, al aproximarse, observa la lámina en el centro de una laguna artificial, accede desde la superficie y entra en un atrio que permite contemplar la cara inferior de lámina y apreciar la textura del encofrado. Desde allí se puede descender al comedor, que está en el nivel inferior, desde el que ya no es visible la estructura.

Desde el punto de vista geométrico, es casi una reproducción del cascarón de los Manantiales. Se trata de una bóveda nervada formada por la intersección de cuatro *hypars* que comparten origen y eje vertical (que apunta hacia abajo). El ángulo entre ejes e es de 22,5° y la constante es -0.00351 en las cuatro superficies. Por tanto, estas quedan definidas por la ecuación:

Las intersecciones entre hojas definen los nervios de la bóveda y son parábolas contenidas en planos verticales que forman ángulos de 45° entre sí. Esta operación geométrica



Detalle del armado. Extracto de los planos de ejecución.

genera ocho hojas o lóbulos. El contorno exterior, libre de nervios, se crea al cortar las superficies mediante planos con una inclinación de

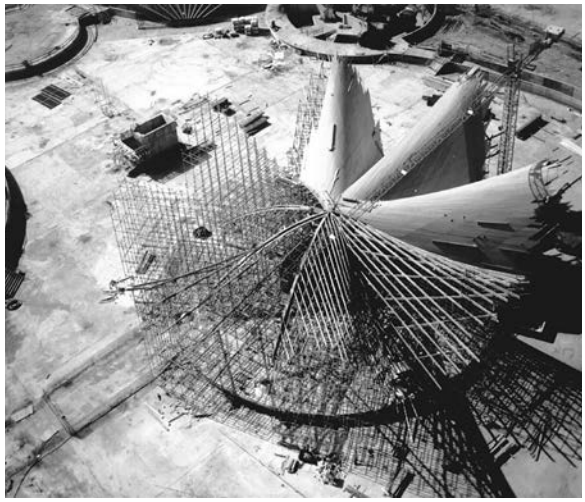
62.6º respecto del plano horizontal. Los bordes libres de cada hoja de *hypar* se cortan en puntos que definen los apoyos de los nervios parabólicos. La distancia entre apoyos opuestos es de 35.50 m. El vértice de la bóveda nervada se sitúa a una altura de 8.12 m respecto de los apoyos. Los puntos extremos de los bordes libres están a una altura de 12.94 m respecto de los apoyos y, en planta, vuelan 6.69 m desde la línea que une apoyos contiguos. La separación entre estos es de 13.58 m.

El tamaño de la estructura es algo mayor que el de la bóveda de los Manantiales –en la que la distancia entre apoyos opuestos es de 30.60 m–, principalmente porque hubo que adaptarla a la posición de los ocho soportes verticales que la sustentan.

La lámina se materializó con un hormigón con adición de fibras de acero y armadura pasiva. El hormigón tiene una resistencia característica de 30 MPa y el acero es B500S. La fibra finalmente empleada fue de acero galvanizado DRAMIX RC-80/35-BN, con una dosificación de 50 kg/m^3. Este tipo de fibra tiene una longitud de 35 mm, un diámetro de 0.45 mm y los extremos quebrados. El hormigón se proyectó por vía seca. El color del hormigón es blanco, por expreso deseo de la propiedad, lo que ha conducido en algún caso a inverosímiles atribuciones de la autoría de la obra.

El espesor de la lámina es de 6 cm. Cerca del centro y los nervios crece progresivamente para adaptarse al canto de estos, que aumenta desde 25 cm en clave hasta 80 cm en apoyos. La sección de los nervios es aproximadamente triangular, aunque su geometría es variable pues viene condicionada por la forma de la lámina y la materialización de una transición suave.

El armado base de la lámina está formado por una malla de Ø8 a 15 cm en direcciones ortogonales, siguiendo las parábolas que resultan de cortar el *hypar* por planos paralelos a los bisectores de los ejes. Se dispusieron refuerzos en las zonas de unión con los nervios. Estos, a su vez, se armaron para resistir los esfuerzos derivados de la interacción con la lámina.



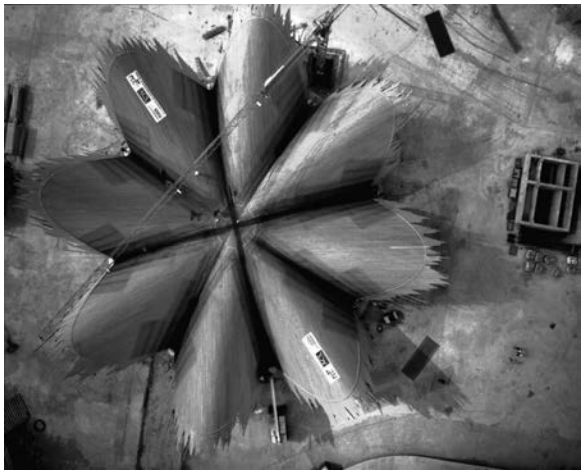
Ejecución del encofrado. Fuente: FCC-ACS-Sedesa.

Los apoyos de la estructura se resolvieron mediante aparatos de neopreno confinado, con un detalle específico formado por un cilindro inclinado que se macla con el nervio y expresa el flujo de las fuerzas hacia la base. En la transición entre hojas de *hypar* se replicó el detalle formal empleado por Candela, en el que el borde libre se curva, sin solución de continuidad, entre los lóbulos de la cubierta.

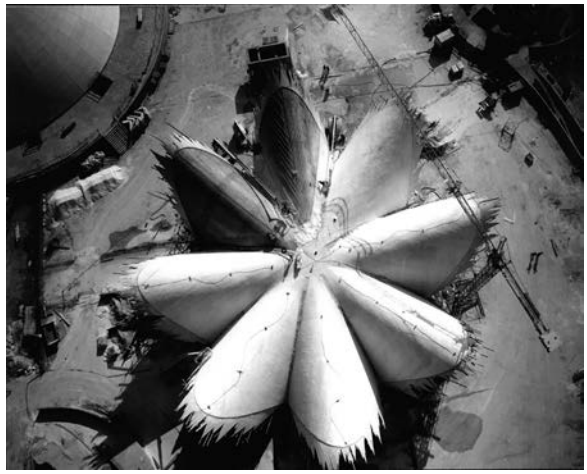
Las reacciones de la cubierta se transfieren a columnas situadas en el nivel inferior, cuyas cabezas se unen al forjado correspondiente al nivel del atrio del restaurante. En el forjado se dispuso una armadura de refuerzo entre cabezas de pilares para materializar tirantes que equilibran los empujes transmitidos por la lámina.

En total, el peso propio estimado de la estructura, incluyendo nervios y transiciones de espesor, es de 5 280 kN.

Los autores del diseño estructural, análisis, comprobación y definición constructiva de la estructura fuimos Alberto Domingo y Carlos



Armado de nervios y refuerzos adyacentes. Fuente: FCC-ACS-Sedesa.



La lámina parcialmente hormigonada. Fuente: FCC-ACS-Sedesa.

Lázaro, autor de este texto, por encargo a la UPV de la empresa que gestionaba la construcción del parque. Contamos con el asesoramiento fundamental de Pedro Serna, catedrático experto en hormigones con adición de fibras de acero. También colaboró Enrique Catalá, ingeniero de caminos. El trabajo se desarrolló en pocos meses y los planos de construcción se fecharon en julio de 1999. En la imagen correspondiente se recogen detalles de los planos, que incluyen la definición geométrica y el armado de la lámina.

Construcción

El constructor de la lámina fue el contratista general del parque: la unión temporal de empresas FCC-ACS-Sedesa. El hormigón proyectado fue ejecutado por la empresa Hormigones Proyectados S.A. Las personas que realizaron la cimbra y el encofrado, anónimas, merecen un crédito especial, pues el resultado fue excelente, como se puede apreciar en las imágenes. Para el montaje del encofrado de madera, las tablas se fijaron sobre rastreles que, en cada hoja, siguen una de las familias de generatrices. Estos, a su vez, se apoyan en vigas dispuestas según la otra familia. Debido a la anchura de las tablas, el ángulo de colocación debía corregirse en algunas zonas para aproximar mejor la orientación de las generatrices. Posteriormente se colocó el armado, reforzado en los arcos parabólicos de descarga y en el área de entrega con los apoyos.

El hormigón se proyectó por vía seca. Antes de la ejecución se efectuaron ensayos sobre muestras en obra para calibrar la dosificación y evaluar la trabajabilidad de la mezcla con fibras. Primero se hormigonó la clave de la bóveda y los nervios, y posteriormente los lóbulos, que se ejecutaron por franjas orientadas según una familia de directrices. El espesor se controló con marcas embebidas en la lámina. La superficie exterior se terminó con un fratasado para permitir la ejecución del revestimiento sin que las fibras de acero sobresaliesen. Los lóbulos se descimbraron según una secuencia alterna de lóbulos opuestos. Por último, se descimbraron los nervios. Los descensos se controlaron topográficamente y fueron prácticamente despreciables.

El empleo de hormigón proyectado permitió una ejecución segura y eficiente sin necesidad de emplear equipos numerosos en condiciones de trabajo difíciles, pero no era una novedad: en la década de 1920, Dischinger y Bauersfeld patentaron el sistema Zeiss-

El cascarón, ya descimbrado, antes de colocar el cerramiento. Foto: FCC-ACS-Sedesa.

Vista nocturna del restaurante. La luz elimina el efecto del vidrio espejo y permite ver el interior. Foto: Juan Ignacio del Cueto.

Dywidag, mediante el cual se construyeron numerosas láminas con hormigón proyectado antes de la Segunda Guerra Mundial.

La cimbra y el encofrado se ejecutaron durante los meses de junio y julio de 2000. La colocación del armado tuvo lugar en agosto y septiembre. El hormigonado comenzó a mediados de septiembre y finalizó en noviembre. En total, la lámina se construyó en unos seis meses. El artículo de Domingo *et al*., (2003) incluye algunos detalles adicionales sobre el proceso constructivo.

Consideraciones finales

Rememorando el proyecto de la lámina de L'Oceanogràfic, casi veinte años después de elaborarlo, vuelvo a repasar la historia de las láminas de Félix Candela. No conocimos a Candela; ya había fallecido. Todo lo aprendimos en libros y fotografías. Con la perspectiva que da el tiempo, el haber visto algunas de sus obras en México, y haber leído y escuchado a per-

sonas próximas a él y a estudiosos de su obra, aún me parecen más admirables sus estructuras y el proceso que siguió para concebirlas, proyectarlas y construirlas. La de València, que puede considerarse su obra póstuma, no aporta novedades formales, pero sí pone de manifiesto que es posible seguir proyectando y construyendo láminas de forma económica empleando métodos actuales de análisis y un material, el hormigón con adición de fibras de acero, que mejora la ductilidad y la durabilidad de la estructura. Concluyo con palabras del propio Candela en una entrevista concedida en 1975:

> Sólo demostré que se podían construir cascarones de una manera económica, que era un sistema competitivo y económico de construir, es lo único. En un campo en el que antes de que yo empezara a trabajar se consideraba lo que se hiciera en ese sentido como una hazaña, demostré que podía hacerlo todo el mundo (1975).

Bibliografía

Basterra, A., Chamizo, A. y Gutiérrez, E., "Félix Candela y el borde libre, el caso de la capilla de Palmira en Cuernavaca", *Bitácora Arquit*., vol. 5 (2001), pp. 38-47.

Billington, D. P., "Felix Candela and Structural Art", *Bull. Int. Assoc. Shell Spat. Struct*., vol. 88, (1986), pp. 5-10.

Candela, F., "Stereo-structures", *Prog. Arch*., núm. junio (1954).

_____, "Structural Applications of Hyperbolic Paraboloidical Shells," *ACI J. Proc*., vol. 51, núm. 1 (1955), pp. 397-416.

_____, "General Formulas for Membrane Stresses in Hyperbolic Paraboloidical Shells", *ACI J. Proc*., vol. 57, núm. 10 (1960), pp. 353-372.

_____, "The hyperbolic paraboloid", en *Candela, the Shell Builder*, Nueva York, Reinhold Publishing Corporation, 1963, pp. 225-234

Carbajal de la Cruz, F. "Diálogo con el arq. Félix Candela en Chicago, Illinois", *Calli Int. Rev. Analitica Arquit. Contemp*., núm. 65 (1975).

Del Cueto Ruiz-Funes, J. I., "Las bóvedas por arista de Félix Candela: variaciones sobre un mismo tema", *Bitácora Arquit*., núm. 23 (2011), pp. 38-47

Domingo, A., Lázaro, C. y Serna, P., "Design of a thin shell steel fibre reinforced concrete hypar roof", en *IASS Symposium 1999. Shells and Spatial Structures: From Recent Past to the Next Millennium*, 1999, pp. A171-A179.

_____, "Construcción de JChypar, una lámina delgada reforzada con fibras de acero en el Oceanográfico de Valencia", *Hormigón y Acero*, vol. 228-229 (2003), pp. 177-186.

Dramix, Design of concrete structures. Steel wire fibre reinforced structures with or without ordinary reinforcement, Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1995.

Faber, C., *Candela, the Shell Builder*, Nueva York, Reinhold Publishing Corporation, 1963.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa y Armado (EH-91), 1991.

Moreyra Garlock, M. E. y Billington, D. P., *Félix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist*, Yale University Press, 2008.

Oliva, J., Antolín, P., Cámara, A. y Goicolea, J. M., "Análisis estructural de algunas obras de Félix Candela mediante modelos de elementos finitos", *Hormigón y Acero*, vol. 62, núm. 260 (2010), pp. 61-76

Pucher, A., "Über den Spannungszustand in doppelt gekrummten Flächen", *Bet. und Eisen*, vol. 33, (1934), pp. 298-304.

Semblanzas de los autores

Valeria Montserrat Méndez Pineda

Pasante de Arquitectura (FA-UNAM, 2011). Becaria del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT, DGAPA-UNAM, 2017-2018) en el proyecto "Cascarones de concreto armado en México y el mundo", con el tema: "Construcción de las ideas. La difusión de la obra y pensamiento de Félix Candela a través de textos y publicaciones". Realizó una estancia de investigación en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM) en 2019. Hizo su Servicio social en el Archivo de Arquitectos Mexicanos (AAM FA-UNAM) y su Práctica Profesional en el Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP FA-UNAM). También se desempeña como profesora adjunta dentro de la FA. Ha participado en seminarios relacionados con el análisis crítico de los textos del siglo XX y XXI, así como con la conservación de arquitectura y diplomados en Historia del Arte.

José Manuel Rosales Mendoza

Doctor en Historia, maestro en Arquitectura, Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos, y arquitecto por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Profesor-Investigador en la Escuela de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Coahuila, Unidad Torreón, con una línea de investigación encaminada al estudio y restauración del patrimonio arquitectónico del siglo XX. Ha desarrollado diferentes proyectos en el ámbito de la investigación y restauración arquitectónica, colaborado en diversas instituciones públicas del mismo ramo y participado en la intervención de inmuebles histórico-patrimoniales de Michoacán. Ponente en congresos nacionales e internacionales, ha colaborado en la publicación de más de una decena de libros colectivos sobre la historia de la arquitectura y urbanismo modernos, el exilio republicano español, y la historia de la Arquitectura en el Norte de México. Miembro de DOCOMOMO-México; en 2019 publicó el libro *La comunidad arquitectónica del exilio español en México. Arquitectos, ingenieros técnicos y constructores del destierro republicano*.

Víctor Cavazos Pérez

Arquitecto por la Universidad Autónoma de Nuevo León, titulado con la tesina "Reciclaje de la Ciudad" sobre los atributos justificantes para la salvaguarda del patrimonio edificado (1999), Doctor en Artes y Humanidades por el ICAHM, con la tesis "Fundamentos para la interpretación del patrimonio cultural en los museos de historia mexicanos" (2018). Ha colaborado en instituciones culturales, en la documentación y promoción del patrimonio de Nuevo León, con investigaciones sobre el devenir urbano, arquitectónico y documental de la Fundidora, los Panteones de El Carmen y de Dolores, la Catedral de Monterrey y la Casa del Campesino, la producción de exposiciones temporales como: "Eran cien cinceles... han sido cien años", sobre el Palacio de Gobierno (2008) y "Primeras Planas, Nuevo León en la Revolución" (2010). Encargado de la colección permanente del Museo del Palacio. Actualmente es encargado de contenidos educativos del Museo de Historia Mexicana. Fue becario ganador del Programa de Estímulo a la Creación y Desarrollo Artístico, PECDA CONARTE 2017-2018, en la categoría Investigación y promoción del patrimonio cultural, con el proyecto "Félix Candela en Monterrey", sobre paraboloides hiperbólicos de concreto armado en Nuevo León.

Jesús Rábago Anaya

Arquitecto por la Universidad de Guadalajara. Maestría en Planificación y Doctorado en Urbanismo, ambos por la Universidad de París. Ha desarrollado proyectos de arquitectura y de planeación urbana de diversas escalas en varias ciudades del país. Profesor e investigador titular en la Universidad de Guadalajara; miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Cursos y conferencias en múltiples instituciones en México, Francia, Puerto Rico. Escribe sobre Teoría e Historia de la arquitectura y Planificación Urbana.

Ivan San Martín Córdova

Arquitecto por la UNAM y licenciado en Filosofía por la Universidad del Claustro de Sor Juana. Maestro en urbanismo por la UNAM y doctor en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Cataluña. Investigador titular en la Facultad de Arquitectura de la UNAM, donde es profesor de la licenciatura y el posgrado. De 2005 a 2009 fue coordinador general del Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, de la Facultad de Arquitectura. Sus líneas de investigación se orientan a la estética, teoría e historia de la arquitectura del siglo XX, tanto en México como en Latinoamérica, así como a la producción de la arquitectura religiosa y a las contribuciones de los ingenieros militares y civiles a la producción arquitectónica. En 2016 publicó el libro *Estructura, abstracción y sacralidad. La arquitectura religiosa del Movimiento Moderno*, que recibió el Premio INAH Francisco de la Maza 2017 como mejor investigación. Desde el 2005 pertenece al nivel I del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. En 2011 obtuvo el Premio Juan O´Gorman de investigación (Colegio de Arquitectos de México). Fundador y secretario de Docomomo-México. Miembro de Icomos México, de la Academia Nacional de Arquitectura y del Comité Internacional de Críticos de Arquitectura (CICA).

Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes

Arquitecto por la Facultad de Arquitectura de la UNAM (FA-UNAM, 1986) y Doctor en Arquitectura por la Universidad Politécnica de Cataluña (1996, Premio Extraordinario de Doctorado UPC). Investigador Titular del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP, FA-UNAM). Miembro del SNI desde 2008. En la FA-UNAM ha sido editor de la revista *Bitácora-Arquitectura* (números 1 al 11), coordinador del Taller Max Cetto (2001-2005) y coordinador del CIAUP (2014-2019). Especialista en Historia de la Arquitectura del siglo XX, ha participado en congresos y dictado conferencias en varios países. "Premio Juan O'Gorman 2011 al mérito por Investigación" (Colegio de Arquitectos de México). Académico emérito de la Academia Nacional de Arquitectura y miembro de Docomomo-México. Asesor de la muestra "Arquitecturas desplazadas. Arquitecturas del exilio español" (Madrid, 2007) y curador de las exposiciones "Félix Candela 1910-2010" (2010, presentada en Valencia, Ciudad de México y Nueva York); "Cascarones de Candela / Candela´s Shells" (exhibida en varias sedes de México, Guatemala y Estados Unidos entre 2012 y 2018) y "Presencia del exilio español en la arquitectura mexicana" (2014, Museo Nacional de Arquitectura). Sus libros: *Félix Candela 1910-2010* (2010), *Guía Candela* (2013) y *Arquitectos españoles exiliados en México* (2014) han sido finalistas en tres Bienales Iberoamericanas de Arquitectura y Urbanismo. Actualmente es director de la FA-UNAM.

Eduardo Alarcón Azuela

Arquitecto por la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Maestro en Diseño para la Rehabilitación, Recuperación y Conservación del Patrimonio Construido, por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Su tesis de licenciatura fue galardonada con Mención Honorífica en la XII Bienal de Arquitectura Mexicana y su tesis de maestría fue reconocida con la Medalla al Mérito Universitario, por la Universidad Autónoma Metropolitana. Desde 2008 ha trabajado con el doctor Juan Ignacio del Cueto en diversas investigaciones referentes a las manifestaciones del exilio republicano español en la arquitectura mexicana. Entre las actividades que ha desarrollado destaca su participación en varios congresos, así como su colaboración en las exposiciones curadas por el doctor del Cueto: la muestra conmemorativa de *Félix Candela 1910-2010* y la exposición *Presencia del exilio español en la arquitectura mexicana*. Actualmente es profesor de Historia en la Facultad de Arquitectura de la UNAM. También colabora en el despacho del arquitecto Andrés López García, que ha realizado la restauración de la Capilla de San Vicente de Paul y otros cascarones de concreto.

Vanessa Nagel Vega

Arquitecta (FA-UNAM, 2004), Maestra en Historia del Arte (FFyL-UNAM, 2009) y Doctora en Arquitectura (UPM, 2016). Su tesis doctoral "México Exporta. La arquitectura moderna en las revistas europeas y norteamericanas" (1950-1970) obtuvo la calificación máxima (*cum laude*) en su defensa en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Estancia posdoctoral (2019-2020) en el Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP). Candidata a Investigadora Nacional (2020) del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Especialista en la difusión de la arquitectura moderna mexicana en publicaciones periódicas y en los procesos de patrimonialización del legado moderno e industrial. Cuenta con artículos en revistas arbitradas, capítulos en libros y ha participado como ponente en recientes congresos internacionales.

Ángela Giral Barnés

Como estudiante en la UNAM formó parte del equipo que abrió la Biblioteca Central de Ciudad Universitaria. Después de hacer un Master en Biblioteconomía en la Universidad de Michigan, dirigió la biblioteca de arquitectura en las universidades de Princeton y Harvard, terminando sus actividades como directora de la Avery Architectural and Fine Arts Library de Columbia University, donde Félix Candela depositó su nutrido archivo. Presentó su primer trabajo sobre Candela en el simposio sobre *El destierro español en América, un trasvase cultural*, organizado en Madrid en 1989.

Edward R. Burian

Nacido en Los Ángeles, California, recibió su Licenciatura en Ciencias en Arquitectura, de la Universidad del Sur de California, y su Maestría en Arquitectura, de la Universidad de Yale. Es profesor en el Departamento de Arquitectura de la Universidad de Texas en San Antonio. Arquitecto profesional, su práctica en el suroeste de Estados Unidos incluye viviendas multifamiliares, residencias unifamiliares, proyectos recreativos, comerciales, institucionales y de reutilización adaptativa. Ha sido profesor en varias escuelas de arquitectura del suroeste de Estados Unidos, y fue profesor invitado en México en la UDEM y el ITESM, en Monterrey, N.L. y la UNAM, en la Ciudad de México. Especialista en arquitectura de México, interesado en las condiciones contemporáneas del lugar, la experiencia sensorial y los materiales. Editor de *Modernity and the Architecture of Mexico* (University of Texas Press, 1997) traducido al español como *Modernidad y arquitectura en México* (Gustavo Gili, 1998). Su libro *La arquitectura y las ciudades del norte de México desde la independencia hasta el presente* (University of Texas Press, 2015) explora la cultura arquitectónica infravalorada de los estados norteños de México. Sus publicaciones se han utilizado como textos de referencia en universidades de Estados Unidos., América Latina y Europa.

Tyler Sprague

Tyler S. Sprague es profesor asistente en el Departamento de Arquitectura (con un nombramiento adjunto en Ingeniería Civil y Ambiental) en la Universidad de Washington, Seattle, donde imparte cursos de historia y diseño arquitectónico y estructural. Titulado en ingeniería por la Universidad de California, Berkeley, y por la Universidad de Washington (UW). Trabajó profesionalmente como ingeniero estructural, antes de terminar su doctorado en Historia de la Arquitectura en el College of Built Environments, de la UW. Su área de investigación aborda la intersección de la arquitectura y la ingeniería estructural, a través de una variedad de métodos, a lo largo de la historia. Es el autor de *Sculpture on a Grand Scale: Thin Shell Modernism de Jack Christiansen*, publicado en 2019 por la editorial University of Washington Press.

Sandra Castillo Gallusser

Sandra Castillo Gallusser estudió Ingeniería Industrial en la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Trabajó para la multinacional

Xerox, en Centroamérica, en las áreas de producción, planificación y tecnología. Fundó Ecopac, S.A., con su hermana Carla Castillo, una sociedad especializada en procesos de manufactura para brindar servicios a empresas locales y multinacionales. Ha trabajado en investigación y evaluación de proyectos, entre otros, el anteproyecto para el Museo de la Tipografía Nacional. Ha participado también en la dirección de instituciones no lucrativas, como la Fundación Defensores de la Naturaleza, donde fue presidenta de la Junta Directiva. Desde el año 2010, junto con Daniel Pozuelos y German Meléndez, se ha dedicado a investigar y divulgar las obras de estructuras laminares realizadas por su padre, ingeniero Mauricio Castillo Contoux. El trabajo ha sido presentado en varios seminarios y conversatorios nacionales (USAC, Universidad Francisco Marroquín, 50 años Iglesia Luterana Cristo Rey), así como en coloquios y congresos internacionales (UNAM, IASS).

Germán Antonio Meléndez Fuentes y Víctor Daniel Pozuelos Polanco

Ambos cuentan con *pensum* cerrado en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC (2019); miembros activos de Docomomo-Guatemala. Su interés por la investigación y documentación del patrimonio moderno ha sido notable durante su carrera. Ahora, la oportunidad de recabar la información que durante ocho años han investigado acerca de la obra de Mauricio Castillo Contoux y los paraboloides hiperbólicos en el país los ha llevado a publicar y exponer en importantes congresos internacionales, así como a realizar talleres, conferencias y publicaciones dentro de Guatemala. Su más reciente trabajo fue presentado en el IASS 2019, celebrado en Barcelona, España.

Francisco Mustieles Granell

Arquitecto (FAD-LUZ, Maracaibo, Venezuela 1980), DEA en Urbanismo (1987) y Doctor en Urbanismo (Instituto Urbanismo de París, Universidad de París XII-La Sorbona 1994). Profesor Emeritus de la Facultad de Arquitectura y Diseño, de la Universidad del Zulia. Profesor invitado en distintas universidades en Venezuela, Colombia, Brasil, Estados Unidos y México. Actualmente es profesor de las Universidades Iberoamericana, Puebla y Anáhuac, Puebla México. Es miembro fundador del equipo de arquitectura y urbanismo NMD Nomadas (1999) (www.nmdnomadas.com). En el 2019, obtuvo la Medalla Eusebio Francisco Kino SJ a las Mejores Prácticas Docentes en la Universidad Ibero, Puebla, en el Departamento de Arquitectura.

Astrid Petzold Rodríguez

Arquitecta (Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela). Doctora en Urbanismo (Universidad Nacional Autónoma de México). Profesora Titular (2001-2015) de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia (LUZ). Profesora Asociada en el Departamento de Arquitectura de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Coordinadora Académica de la Licenciatura en Arquitectura. Es Miembro del Sistema Nacional de Investigadores SNI-Conacyt, Nivel 1. Responsable del área de Arquitectura del Paisaje en el Taller de arquitectura y urbanismo NMD Nomadas. Obtuvo el *Premio Bienal Iberoamericana de Arquitectura y Urbanismo*, Cádiz, 2012, en la categoría Trabajos realizados por equipos de investigación. Autora de los libros *¿Público para quién? La performatividad de los límites en el espacio público*, Editorial UDLAP, 2017 y *La estética de lo cotidiano. Ejercicio de la mirada*, Editorial Española, 2012. Ha escrito artículos, capítulos de libros, y dictado conferencias tanto a nivel nacional como internacional.

Carmela Gilarranz Runge

Arquitecto (FAD-LUZ, Maracaibo, Venezuela 1983) y DEA en Urbanismo (1988) (Instituto Urbanismo de París, Universidad de Paris XII-La Sorbonee 1994). En 2013 y 2015 realiza diplomados en Evaluación de Impacto Ambiental, en la Universidad de La Plata,

Argentina, y el Centro de Formación Técnica en Medio Ambiente, en Perú. Profesora Invitada de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad del Zulia. Evaluadora del Programa de Especialización Técnica en Transporte Urbano de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Ha escrito artículos, y dictado conferencias tanto a nivel nacional como internacional. Ha participado en proyectos de desarrollo de redes de transporte urbano en España, Francia, Reino Unido, Hungría, Bielorrusia, Panamá y Venezuela. Es socio accionista del equipo de arquitectura y urbanismo NMD Nomadas (1999), donde funge como responsable de Arquitectura del Transporte.

Edwin González Meza

Arquitecto por la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP, 2000), Maestro en Tecnologías de la Arquitectura (FABUAP, 2016), Maestro y Doctor Internacional en Construcción y Tecnología Arquitectónicas (UPM, 2011 y 2016). Profesor Investigador en la Universidad de las Américas, Puebla, en el Departamento de Arquitectura y Arquitectura de Interiores. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ha participado en diversos congresos internacionales, miembro del American Institute of Architects, Internationtal Association for Shell and Spatial Structures, Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México A.C. y del Colegio de Arquitectos de Puebla. Se ha especializado en el estudio de la geometría de estructuras ligeras aplicando el diseño paramétrico como herramienta de estudio y análisis.

Gonzalo Fuzs Morra

Arquitecto egresado de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad de Córdoba (FAUD-UNC, Argentina) y Doctor en Proyectos Arquitectónicos por la ETSAB-Universidad Politécnica de Cataluña. Es profesor asistente en Arquitectura IVC de la FAUD-UNC. Docente colaborador en la Maestría en Diseño Arquitectónico y Urbano, FAUD-UNC. Integrante de equipo de investigación de SECyT y de extensión UNC. Es coautor de libros y ha publicado artículos en revistas del país y del exterior. Ha recibido premios y menciones en concursos provinciales, nacionales y en bienales. Su obra "Centro de Convenciones Molino Fénix y Salas de Grabación" formó parte de la XIII Muestra Internacional de Arquitectura de la Bienal de Venecia, Italia. Ha dado conferencias y participado en mesas redondas y entrevistas sobre la materia. Su obra ha sido publicada en medios nacionales e internacionales. Es socio fundador de FUROGRAMA Arquitectos.

Jorge Galindo Díaz

Arquitecto (Universidad del Valle, 1991) y Doctor en Arquitectura (UPC, 1996). Profesor Titular adscrito a la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Investigador en el campo de la Historia de la Construcción, ha participado en congresos y dictado conferencias en varios países. Entre sus publicaciones más recientes se cuentan dos libros resultado de trabajos de investigación: *Puentes de arco de ladrillo en la región del alto Cauca* y *Estructuras laminares en la arquitectura colombiana del siglo xx*.

Mauricio Luzuriaga del Castillo

Arquitecto (Universidad Central del Ecuador, 1988 y Universidad Simón Bolívar de Caracas, 2014), *Master of Community Planning* (University of Cincinnati, 1995), Doctor por la Universidad Latinoamericana y del Caribe (ULAC, 2020). Premio Internacional de Diseño Urbano, VII Bienal de Arquitectura de Quito (Ecuador, 1990). Premio VII Bienal Malaussena de Arquitectura (Venezuela, 2011). Primer lugar concurso "Carabobo: Dale Voz a tus Monumentos", Institutional Assets of Venezuela y Fundación Arts Connection (2016). Profesor de Arquitectura en la Universidad José Antonio Páez (Venezuela, 2003-2016) y profesor a tiempo completo en la Universidad San Francisco de Quito (2017 a la fecha). Ámbitos de interés: diseño contemporáneo e historia de la ar-

quitectura moderna latinoamericana e internacional. Autor del libro *Amazonas Transpuestas*, 2007. Publicaciones en Ecuador, Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Venezuela y México. Ha dictado conferencias profesionales y académicas en Ecuador, Estados Unidos, Venezuela, India, Corea del Sur y México.

Ana María Carrión Gándara

Arquitecta (Universidad San Francisco de Quito, 2011). *Master in Science* en diseño arquitectónico avanzado (Columbia University, 2015). Beca Fulbright (2014). Actualmente es profesora de tiempo completo en la Universidad San Francisco, de Quito. Práctica profesional independiente dedicada al diseño arquitectónico y construcción. Involucrada en proyectos de investigación relacionados a la historia urbana y arquitectónica de Quito, así como en el estudio y exploración de tipologías y fenómenos urbanos de dicha ciudad.

Álvaro Valladares Carrillo

Arquitecto. (FA-U. Católica y de Guayaquil, 1998). Su ámbito de trabajo y de investigación es ese territorio particular de la Costa o Litoral del Ecuador, en sus diversas arquitecturas: desde la vernácula a la Moderna, la cual es una de sus pasiones, y la actual. La ciudad tropical es otra de sus preocupaciones, al suscribirse a la máxima del maestro venezolano Tomás Sanabria, que sentencia que la Arquitectura sin la Ciudad no existe. *Casa de Hacienda en la Provincia del Guayas* (2016) es una primera concreción editorial de las investigaciones que coordina junto a otros profesionales de diferentes disciplinas, en el territorio mágico de tierra caliente ecuatoriana.

Maria E. Moreyra Garlock

Profesora de Ingeniería Civil y Ambiental, de la Universidad de Princeton. Su investigación tiene como objetivo cerrar la brecha entre la academia y la práctica, tanto en lo relacionado con el avance del conocimiento en diseño de ingeniería estructural como en la educación de futuros ingenieros. Es especialista en diseño estructural creativo y resistente para cargas extremas, como incendios, terremotos y marejadas ciclónicas. Además de promover el futuro del diseño estructural, estudia los mejores ejemplos de diseños estructurales del presente y del pasado. Ha recibido fondos gubernamentales para estudiar la enseñanza eficaz de la ingeniería estructural, lo que difunde a través de cursos y exposiciones didácticas con modelos a escala, como la realizada en 2008, en el Princeton University Art Museum, bajo el título "Félix Candela. Engineer, Builder, Structural Artist", cuyo catálogo publicó en colaboración con el profesor emérito David Billington.

Alex Martínez Suárez

Arquitecto, investigador y educador, cursó un Máster en Arquitectura Avanzada en el Instituto Berlage, Holanda, y un posgrado en Estudio de Museos, en la Universidad de Harvard, Estados Unidos. También es egresado del programa de formación de curadores Curando Caribe. Es miembro activo del Docomomo Dominicano, la Fundación Palm Inc. y el ICOM. Su trabajo ha sido ampliamente publicado y en la actualidad es articulista y miembro del comité editorial de la revista *Arquitexto* y colaborador en otros proyectos editoriales. Ha curado varias exposiciones en torno al tema de la Arquitectura Moderna, y en 2014 fue coeditor del libro *Arquitectura en el trayecto del sol: Entendiendo la modernidad dominicana*, publicado para la Bienal de Arquitectura de Venecia, 2014. Actualmente es coordinador general y museógrafo del Museo Fernando Peña Defilló y Director de Archipiélago, plataforma multidisciplinaria y colaborativa involucrada en proyectos de arquitectura, academia y gestión cultural. Imparte docencia en la Universidad de Harvard, en el Instituto Tecnológico de Monterrey, y en la Universidad Iberoamericana UNIBE, República Dominicana. Profesor invitado en otras distinguidas instituciones académicas. Galardonado con distintos premios de investigación, becas y reconocimientos, destacándose reciente-

mente en el Premio Nacional de la Juventud 2018, en el área de Desarrollo Cultural.

Marisela Mendoza

Realizó sus estudios de maestría y doctorado en la Universidad de Nottingham, Reino Unido, y su licenciatura en arquitectura en la Facultad de Arquitectura, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es académica e investigadora en la Escuela de Arquitectura de la Nottingham Trent University, Reino Unido. En el 2010, la Sociedad Real de Arquitectos Británicos le otorgó el prestigioso premio de investigación: RIBA Research Trust Awards: "Felix Candela's Legacy, An investigation of Felix Candela's work and its legacy to the socio-cultural heritage and public identity of the contemporary society in México and the UK". Debido a la relevancia de su trabajo de investigación, Marisela ha sido invitada a dar catedra de investigación en prestigiosas instituciones como el Institut National d'Histoire de l'Art, París; The Royal Institue of British Architects, Londres; Liverpool University, Princeton University; ETH, Zúrich, y la Facultad de Arquitectura, UNAM, entre las más destacadas. Marisela es miembro del grupo internacional de investigación CIMIS (Candela, Isler, Müther International Symposium) que estudia los cascarones históricos de Félix Candela en México, Heinz Isler en Suiza y Ulrich Müther en Alemania.

Matthias Ludwig

Profesor de arquitectura en la Universidad de Wismar, y socio de la firma de arquitectura BFA *I büro für architektur*, con sede en Stuttgart. Ha ganado múltiples premios nacionales y ha sido nombrado por la revista *Wallpaper* como uno de los "Top 25 firmas de arquitectura en todo el mundo". Estudió en SAC con Peter Cook, en la Universidad de Ciencias Aplicadas, de Stuttgart, y en The Bartlett, University College, de Londres. Estuvo becado en la Akademie Schloss Solitude, en Stuttgart, y enseñó en la Universidad de Australia Occidental, en Perth, y en la Academia Estatal de Arte, en Stuttgart, antes de su nombramiento como profesor en Wismar. Su investigación se centra en la arquitectura móvil y los edificios prefabricados, y es autor del libro *Mobile Architektur. Geschichte und Entwicklung modularer und transportabler Bauten*. En 2011, fue nombrado director del Archivo Ulrich Müther, en Wismar.

Elisa Drago Quaglia

Doctora por la Facultad de Arquitectura de la UNAM, 2014, Investigadora Titular del Centro de Investigaciones en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje (CIAUP FA-UNAM) y miembro del Archivo de Arquitectos Mexicanos (AAM FA-UNAM). Su línea de investigación se enfoca en la revisión historiográfica de las propuestas arquitectónicas, teóricas y constructivas de arquitectos y urbanistas del movimiento moderno, a partir de las fuentes documentales primarias. Autora del libro *Alfonso Pallares: sembrador de ideas* (FA-UNAM, 2016). Compiladora del libro*, Alberto T. Arai. Ensayos y Textos* (FA-UNAM, 2019). Capítulos en diversas publicaciones: "Polémicas en torno a la Plaza de la Constitución. Enrique de la Mora y Palomar 1969-1976", en San Martín, Ivan y Gabriela Lee (coords), *Permanencia y Devenires de la arquitectura moderna en México* (Docomomo-México. IIE-UNAM, 2018) y "Beautefully Shaped Forms", en Del Cueto, *et al*. (eds.), *Candela, Isler, Müther. Positions on Shell Construction* (Birkhauser, Basel, Suiza, 2020). Ha sido merecedora de diversas distinciones: Mención Honorífica, Maestría en Arquitectura, 2008; Beca Padrón de Excelencia Conacyt 2009-2013; Mención Honorífica Doctorado en Arquitectura, 2014; Medalla de Plata ExAequo CAM-SAM por Investigación, 2017; Miembro de número de Docomomo-México. 2016-2019, y Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt.

Luis-Alfonso Basterra Otero

Arquitecto (1984) y Doctor (1998) por la Universidad de Valladolid. Desde su graduación compatibiliza la docencia, la investigación y el ejercicio profesional,

con especial dedicación al diagnóstico de estructuras y la rehabilitación de edificios. Desde 2007 es Catedrático de Construcciones Arquitectónicas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, de la Universidad de Valladolid, donde coordina el Grupo de Investigación sobre Estructuras y Tecnología de la Madera, en el que participan arquitectos, ingenieros de montes, físicos y biólogos, con experiencia en sus respectivas especialidades. Ha investigado y publicado trabajos sobre cascarones de concreto armado, arquitectura vernácula, estructuras de madera, diagnóstico y restauración de edificios. Actualmente es el director del Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Universidad de Valladolid (España).

Rafael García García

Doctor arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSAM-UPM). Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Composición de dicha escuela. Director y fundador de la revista *Cuaderno de Notas* sobre temas de Teoría, Historia y Composición Arquitectónica, editada desde 1993 hasta la actualidad. Investigador principal de los proyectos "Base documental sobre arquitectura industrial de siglo XX" y "La imagen del Instituto Nacional de Industria (1941-1975). Difusión, territorio y arquitectura en el periodo histórico del franquismo" financiados con el Programa Nacional de I+D+I del Ministerio Español de Ciencia y Tecnología y el Plan Estatal de I+D+I del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, respectivamente. Autor de múltiples publicaciones especializadas sobre los temas de Arquitectura neerlandesa moderna, Historia de la Construcción Moderna y Patrimonio Industrial, autor del libro *Arquitectura Moderna en los Países Bajos 1920-1945*, (Akal, 2011). Miembro de TICCIH ibérico. Codirector de los Seminarios del Aula de Formación, Gestión e Intervención en el Patrimonio Arquitectónico e Industrial (AULA G+IPAI).

Carlos Lázaro

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1991) y Doctor en Análisis Avanzado de Estructuras (2005) por la Universitat Politècnica de València. Ha ejercido como ingeniero de estructuras en diferentes empresas en Barcelona (1991-92), Berlín (1992-94) y Valencia (1994-2005). Fue cofundador de la empresa de ingeniería CMD (2006-2014). Entre sus realizaciones se cuentan el cascarón del restaurante de L'Oceanogràfic, en Valencia (2000), la cubierta Pantadome, de la plaza de toros de Xátiva (2007), la cúpula del edificio del nuevo parlamento de Georgia, en Kutaisi (2013), la torre Alphabetic, en Batumi, Georgia (2013) y diversos puentes, como el arco sobre el Turia, en Cullera (2007). Desde el año 1999 imparte docencia y desde 2011 es Profesor Titular de Universidad, en la Escuela de Ingenieros de Caminos de la Universitat Politècnica de València, en el área de Estructuras. Sus líneas de investigación comprenden la aplicación de hormigones de fibras y hormigones reciclados, el diseño de estructuras móviles y el análisis, modelado y diseño de estructuras flexibles y flexoactivas. Ha sido investigador invitado en la Universidad Técnica de Múnich (2018). Desde 2011 es vicepresidente y *chair* del comité de actividades técnicas de la IASS (International Association for Shell and Spatial Structures).

La primera edición de
La estela de Félix Candela.
Cascarones de concreto armado en México y el mundo
se terminó de imprimir en noviembre de 2021.

En su composición se utilizaron las tipografías
Helvetica Neue y Raleway.
La edición consta de 500 ejemplares.

BONILLA ARTIGAS EDITORES

creative commons

9 786078 781447

La estela de Félix Candela. Cascarones de concreto armado en México y el mundo, editado por Juan Ignacio del Cueto Ruiz-Funes, explora las obras proyectadas, calculadas o construidas bajo la influencia de las enseñanzas de ese gran arquitecto hispano-mexicano, y deja de lado aquellas, más conocidas, en que él intervino directamente.

Se ha escrito que Candela, como consecuencia de sus múltiples actividades, habiéndose transformado en el gran maestro que fue, e interesado en la difusión de sus ideas, alcanzó una gran sencillez expositiva en aulas y diversos foros. Pronto debió expresarse en inglés. Su escuela o estela estaría marcada por esa condición de simplicidad en sus explicaciones y claridad didáctica. Existe incluso una anécdota tan humorística como reveladora al respecto: en cierta conferencia que debió impartir en Norteamérica y, como no hablara aún de modo fluido el idioma de Shakespeare, un amigo la leyó mientras él improvisaba diagramas y fórmulas en un pizarrón. El resultado fue una sonora ovación.

Este libro, fiel a su espíritu, ofrece al lector, experto o no, tratados por una treintena de especialistas de todo el orbe y sin complicaciones, una serie de ejemplos de cascarones proyectados y construidos por diversos arquitectos e ingenieros, a veces asesorados por Candela, a veces no, pero todos levantados bajo su influjo, en los lugares más recónditos del planeta: desde México, Guatemala, Cuba o Estados Unidos, hasta casi cualquier punto del resto de Latinoamérica, Gran Bretaña, Alemania y en su tierra natal.